Aus dem Institut für Lebensmittelhygiene,
Fleischhygiene und -technologie,
Fachrichtung Lebensmittelhygiene,
des Fachbereiches Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin

Vergleichende Untersuchungen zum Bindegewebsgehalt in Hackfleischerzeugnissen

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Veterinärmedizin
an der
Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Jörg-Arnulf Stürmer
Tierarzt aus Hannover

Berlin 1985
Journal Nr. 1244

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41549619_0061

Aus dem Institut für Lebensmittelhygiene,
Fleischhygiene und -technologie,
Fachrichtung Lebensmittelhygiene, des
Fachbereiches Veterinärmedizin der
Freien Universität Berlin

Vergleichende Untersuchungen
zum
Bindegewebsgehalt in Hackfleischerzeugnissen

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Veterinärmedizin
an der
Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Jörg-Arnulf Stürmer
Tierarzt aus Hannover

Berlin 1985
Journal Nr. 1244

Gedruckt mit Genehmigung

des Fachbereiches Veterinärmedizin

der Freien Universität Berlin

Fachbereichssprecher: Prof. Dr. F. Hörchner

Referent: Prof. Dr. G. Hildebrandt

Korreferent: Prof.Dr. J. Schlüns

Tag der Promotion: 24. Juni 1985

I N H A L T S V E R Z E I C H N I S

		Seite
1.	EINLEITUNG	1
2.	LITERATUR	2
2.1	Nomenklatur der Hackfleischerzeugnisse	2
2.2	Allgemeine Verkehrsauffassung	5
2.2.1	Verbrauchererwartung	6
2.2.2	Herstellungs- und Handelsbrauch	7
2.2.2.1	Herstellungsrezepturen für Fleischklopse	12
2.2.2.1.1	Aussagekraft von Kochbuchrezepturen	12
2.2.2.1.2	Beziehungen zwischen küchenmäßig und industriell hergestellten Fleischklopsen	13
2.2.2.1.3	Industriell hergestellte Produkte	14
2.2.2.1.4	In Küche und Großküche hergestellte Produkte	16
2.2.3	Gesetzesgrundlagen und Richtlinien zur Zusammensetzung von Hackfleischerzeugnissen	16
2.2.3.1	Fleischgrundlage für Fleischklopse	17
2.2.3.1.1	Schabefleisch (Beefsteakhack, Tartar)	19
2.2.3.1.2	Hackfleisch (Gewiegtes, Mett)	20
2.2.3.1.3	Ausgangsmaterial für Hackfleischerzeugnisse	20
2.2.3.1.3.1	Verarbeitung von hygienisch bedenklichen Tierkörperteilen	21
2.2.3.1.3.2	Verarbeitung von Geflügelfleisch	22
2.2.3.1.3.3	Verarbeitung von Innereien und Wiederverarbeitung von Fleischprodukten	22
2.2.3.2	Streckmittel und andere Zutaten zur Fleischgrundlage	23
2.2.3.2.1	Cerealien	23
2.2.3.2.2	Fremdeiweiße	24
2.2.3.2.3	Wasserschüttung	24

		Seite
3.	EIGENE UNTERSUCHUNGEN	25
3.1	Material	25
3.2	Methodik	28
3.2.1	Chemische Analyse	28
3.2.1.1	Wasser und Fettbestimmung	28
3.2.1.1.1	Reagenzien	28
3.2.1.1.2	Probenaufbereitung und Analysendurchführung	28
3.2.1.1.3	Berechnung	29
3.2.1.2	Stickstoff und Hydroxyprolinbestimmung	29
3.2.1.2.1	Reagenzien	29
3.2.1.2.2	Probenaufbereitung und Analysendurchführung für die Hydroxyprolin- und Stickstoffbestimmung	30
3.2.1.2.3	Reaktionsprinzip für die Hydroxyxprolinbestimmung im Autoanalyzer	31
3.2.1.2.4	Berechnung des Hydroxyprolins	32
3.2.1.2.5	Reaktionsablauf für die Stickstoffbestimmung im Autoanalyzer	33
3.2.1.2.6	Berechnung des Eiweißgehaltes	33
3.2.1.3	Stärkebestimmung	34
3.2.1.3.1	Reagenzien	34
3.2.1.3.2	Probenaufbereitung	34
3.2.1.3.3	Berechnung	35
3.2.1.4	Kochsalzbestimmung	35
3.2.1.4.1	Reagenzien	35
3.2.1.4.2	Probenaufbereitung	35
3.2.1.4.3	Berechnung	35
3.2.2	Histometrische Untersuchung	36
3.2.2.1	Reagenzien und Rezepturen	36
3.2.2.2	Probenaufbereitung	37
3.2.2.3	Untersuchungsgang	38
3.2.2.4	Berechnung	39
3.2.2.5	Probenauswahl	39
3.3	Zur Entwicklung der Färbetechnik für die histometrische Untersuchung; Vorversuche I-IV	40

		Seite
4.	ERGEBNISSE	45
4.1.1	Vorversuche II und III	45
4.1.2	Vorversuch IV	45
4.2	Hauptversuche	47
4.2.1	Chemisch ermittelte Ergebnisse	47
4.2.1.1	Chemische Ergebnisse bei verschiedenen Erhitzungsmethoden (Versuch A)	47
4.2.1.2	Chemisch ermittelte Ergebnisse bei Verwendung unterschiedlicher Binde- und Streckmittel (Versuch B)	48
4.2.1.3	Chemisch ermittelte Ergebnisse bei verschiedenen Fleischqualitäten (Versuch C)	49
4.2.2	Histometrisch ermittelte Ergebnisse	51
4.2.2.1	Bindegewebsanteil in unterschiedlich erhitzten Proben (Versuch A)	51
4.2.2.2	Bindegewebsanteil in Proben mit unterschiedlichen Streck- und Bindemittelzusätzen (Versuch B)	51
4.2.2.3	Bindegewebsanteil in Proben unterschiedlicher Fleischqualität (Versuch C)	52
4.2.3	Chemische und histometrische Ergebnisse im Vergleich	53
4.2.3.1	Vergleich von chemischer und histometrischer Methode verschiedener Erhitzungsarten (Versuch A)	54
4.2.3.2	Vergleich von chemischer und histometrischer Methode bei verschiedenen Bindemitteln (Versuch B)	54
4.2.3.3	Vergleich von chemischer und histometrischer Methode bei verschiedenen Fleischqualitäten (Versuch C)	55

		Seite
5.	DISKUSSION DER ERGEBNISSE	64
5.1	Methodische Voraussetzungen	65
5.1.1	Methodische Voraussetzung für die chemische Bindegewebsbestimmung	65
5.1.2	Methodische Voraussetzung für die histometrische Bindegewebsbestimmung	66
5.2	Schlußfolgerungen aus den Versuchen A, B und C	69
5.2.1	Schlußfolgerungen aus den Versuchen A, B und C für die chemische Analyse	69
5.2.2	Schlußfolgerungen aus den Versuchen A, B und C für die histometrische Analyse	70
5.3	Synoptische Betrachtung der Auswirkungen der einzelnen Versuche	72
5.3.1	Einfluß der Erhitzungsmethoden auf das Kollagenvolumen (Versuch A)	72
5.3.2	Einfluß verschiedener Binde- und Streckmittel auf das Kollagenvolumen (Versuch B)	76
5.3.3	Einfluß unterschiedlicher Fleischqualitäten auf das Kollagenvolumen (Versuch C)	79
5.4	Gegenüberstellung der Ergebnisse	81
6.	ZUSAMMENFASSUNG	84
7.	SUMMARY	86
8.	LITERATURVERZEICHNIS	88
9.	ANHANG	113

1. EINLEITUNG

Wie bei den meisten Fleischererzeugnissen ist der Anteil industriell hergestellter Ware auch bei Bouletten und ähnlichen Zubereitungen in den letzten zwei Jahrzehnten deutlich angestiegen. Derartige Hackfleischprodukte unterscheiden sich in ihrer Rezeptur oft von der sog. "Hausmacher"-Boulette, wie sie das Fleischerhandwerk oder der Haushalt kennt. Insbesondere gelangen proteinreiche Binde- und Streckmittel zur Verarbeitung, die bei der chemischen Untersuchung bindegewebseiweißfreies Eiweiß (BEFFE) vortäuschen können. Auf Grund derartiger Zusätze wird der wirkliche Magerfleischanteil oft überschätzt. Aber nicht nur die BEFFE-Analytik wird durch den Einsatz stark eiweißhaltiger Bindemittel gestört, auch die Ermittlung des prozentualen Bindegewebsanteils - der laut Lebensmittelbuch als zweites Beurteilungsmerkmal dient - neigt zu Verzerrungen, weil sich das Hydroxyprolin:Stickstoff Verhältnis und damit die Kollagen:Rohprotein Relation zu niedrigen Bindegewebsprozenten verschiebt.

Bei der Suche nach einem Ausweg stellt sich die Frage, ob nicht die histometrische Untersuchung als zweites offiziell anerkanntes Verfahren eine richtige Bestimmung des Kollagenanteiles auch in "proteinangereicherten" Bouletten gestattet. Aber gerade bei der histometrischen Untersuchung von klopsartigen Hackfleischzubereitungen ergaben sich bisher methodische Probleme. Der Cerealienanteil läßt sich nämlich bei der herkömmlichen Calleja-Färbung wegen seiner Struktur und Farbaffinität kaum von brätähnlichen Fleischbestandteilen und Muskeleiweißfragmenten unterscheiden. Dadurch werden Teile der Cerealienstruktur dem Skelettmuskelgewebe zugeschlagen, und die ausgezählte Punktrelation verschiebt sich zu Gunsten des relativen BEFFE-Anteils.

Aufgabe der vorliegenden Arbeit war es, die Probe so aufzubereiten, daß im histologischen Schnitt keine Verwechselung von Cerealien und Skelettmuskulatur möglich ist. Hierzu boten sich zwei Ansätze an: Auf der einen Seite stand der Versuch eines Herauslösens von Stärke durch enzymatischen Abbau. Ande-

rerseits galt es zu überprüfen, ob Skelettmuskulatur und Cerealien mittels einer Differentialfärbung unterschieden werden können.

Bei dieser Aufgabenstellung mußte zuerst ein histometrischer Bindegewebsnachweis für cerealienhaltige Hackfleischprodukte entwickelt werden, wobei sowohl rohes als auch erhitztes Material einbezogen wurde. In einigen Modellprodukten sollte dann der Kollagenanteil histologisch ermittelt und mit den Daten der chemischen Analyse verglichen werden.

2. LITERATUR

2.1 Nomenklatur der Hackfleischerzeugnisse

Der Begriff Hackfleischerzeugnis beinhaltet alle geformten und portionierten Hackfleischzubereitungen aus gewolftem oder ähnlich zerkleinertem Fleisch, gegebenenfalls mit unterschiedlichen Mengenanteilen Bindemittel und Gewürzen vermengt, die zum Braten oder Kochen bestimmt sind (FRIES 1979).

In ganz oder teilweise rohem Zustand unterliegen diese Erzeugnisse der Hackfleisch-VO.

Die unterschiedlichen Hackfleischerzeugnisse können nach ihrer Zusammensetzung oder nach ihrer Herstellungstechnologie klassifiziert werden. Das gebräuchlichste Einteilungskriterium bildet ihr Cerealienanteil. Je nach Bindemittelzusatz lassen sich die Produkte in cerealienlose"-burger", cerealienarme "Hacksteaks" und cerealienreichere "Fleischklopse" untergliedern (vergl. Leitsätze für Fleisch und Fleischerzeugnisse).

Die Fleischklopse als größte Gruppe sind in sich nicht einheitlich strukturiert, weshalb die Zubereitungsart- und Form als zusätzliche Klassifizierungskriterien heranzuziehen sind (BARTELS 1972, KELCH 1961 a, LINKE 1971 b, STEGEN et al. 1976). Eine Unterteilung in Brat- und Kochklopse erscheint umso sinnvoller, als sich das Ausgangsmaterial für die Fleischklopse weitgehend gleicht (KELCH 1961a).

Im einzelnen lassen sich die -burger, -steaks sowie Brat- und Kochklopse folgendermaßen beschreiben:

Hamburger, andere -burger

Der internationalen Verkehrsauffassung gemäß bestehen -burger (auch Patty und Choppy werden oftmals zu dieser Gruppe gezählt) nicht ausschließlich aus Fleisch, Zusätze werden - wie z.B. im Fall des Cheeseburgers - jedoch deklariert (TÄNDLER 1978 b, OLG Zweibrücken 1978). Ihr bekanntester Vertreter, der Hamburger, sollte cerealienfrei und aus Rindfleisch hergestellt sein (FRIES 1979, LEITSÄTZE FÜR FLEISCH UND FLEISCHERZEUGNISSE 2.507.2, MUTHESIUS 1977, TÄNDLER 1966, 1978 a,b). Lediglich STEGEN et al. (1976) sowie GEMMER (1967) und KOTTER (1977) tolerieren geringe, technologisch begründete Cerealien- bzw. Bindemittelzusätze bis 10%.

Patties

Patties sind eine Art Fleischpastetchen bzw. scheibenförmige Hackfleischformlinge, welche gegebenenfalls unter Verwendung von Sojamehl und/oder anderen Bindemitteln hergestellt werden. Es lassen sich die rechteckig geformten Patties von den ovalen "Choppies" unterscheiden (CROSS et al. 1975, KORSCHGEN et al. 1978, LYON et al. 1978, N.N. 1977, McWATTERS 1977). Sie bestehen aus einer unterschiedlich fetthaltigen Fleischgrundlage, deklariert nach Tierart (Pork-,Veal-,Lamb-) (FRIES 1979, TÄNDLER 1966) und sind zum Verzehr nach Fritieren, Sautieren oder Mikrowellenerhitzung bestimmt (DAGERSKOG und SÖRENFORS 1978).

Steaks

Deutsches Beefsteak und andere -steaks sollten möglichst nur mit Ei (FRIES 1979) oder ersatzweise wenig Cerealien - nach MUTHESIUS (1977) bis zu 10% - hergestellt sein. Gemäß den Bestimmungen des deutschen Lebensmittelbuches muß Deutsches Beefsteak zu mindestens 80% aus sehnenarmem Rindfleisch, grob entsehntem Rindfleisch (2.507.12) sowie Hacksteak zu mindestens

80% aus sehnenarmem Rindfleisch, grob entsehntem Rindfleisch und grob entfettetem Schweinefleisch (2.507.11) bestehen.

Bratklopse

Für dieses Produkt besteht offenbar noch keine einheitliche Bezeichnung. Die zahlreichen Synonyma wirken sich erschwerend auf das Festlegen gemeinsamer Merkmale aus. Nach RACKOW und WELZ (1964) existieren regional folgende Begriffe:
Berlin: Boulette
Ostdeutschland: Bratklops, Fleischbrötchen, Klops
Mitteldeutschland: Deutsches Beefsteak, Fleischklößchen, Klops
Nord- und Westdeutschland: Frikadelle
Süddeutschland: Fleischküchlein, Fleischpflanzerl
Deutschland: Bratlinge, Imbißsteak (BARTELS 1972), Falscher Hase (STEGEN 1976), Wiener Hackbraten (KELCH 1961 a).

Unter dem gemeinsamen Namen "Bratklops" zusammenfaßbare Produkte stellen eine Fleischspeise dar, der zur Auflockerung ein beträchtlicher Anteil Brötchen, Weißbrot oder Semmelmehl (CHRISTEN 1977, KRÜGER et al. 1960), vereinzelt auch gemahlener Reis oder Nudeln (LINKE 1971b), beigemengt wird. Eine Abstufung Spitzen-, mittlere und einfache Qualität existiert bei den Hackfleischprodukten nicht (KLEMM 1976). Allerdings nennt GEMMER (1968) Erzeugnisse mit 65% Fleisch und 10% Schwarte "Frikadelle einfach". Ohne den Ausführungen unter 2.2.2.1 und 2.2.2.2 vorgreifen zu wollen, sei zum besseren Verständnis der Produktsystematik vorausgeschickt, daß sich der Cerealiengehalt in einer Größenordnung von etwa 25 Gew.% bewegt.

Kochklopse

Den einzig wirtschaftlich bedeutsamen Repräsentanten dieser Gruppe stellen Königsberger Klopse dar. Sie sollen den größten Cerealienanteil aller Hackfleischerzeugnisse enthalten (CHRISTEN 1977). STEGEN et al.(1976) führt den niedrigen Fleischgehalt jedoch weniger auf den überhöhten Lockerungsmittelgehalt als vielmehr auf die zusätzliche Verarbeitung von Ei und Zwiebel zurück. Für andere Kochklopse wie Suppen-, Fleischklöße und

Fleischknödel oder Fleischbällchen existieren keine näheren Angaben bis auf die Bemerkungen von KELCH (1961 a), KUSCHFELD (1979) und N.N. (1974), daß sie in ihrer Zusammensetzung Bratklopsen gleichen müssen.

Geflügelbouletten

Geflügelbouletten können in der Fleischgrundmasse bis zu 50% Hähnchen oder Putenmuskulatur enthalten (GÜHNE 1972).

Fischbouletten

Fischklöße, Fischklopse, Fischbällchen, Fischfrikadellen werden aus zerkleinerten, weitgehend von Gräten befreiten Fischteilen, unter Zusatz von Milch, Milcherzeugnissen, Binde- und Dickungsmitteln sowie würzenden Stoffen geformt (Leitsätze für Fisch- und Fischerzeugnisse L 2 h). Bei diesen Produkten steht nicht das Problem der histometrischen Bindegewebsbestimmung im Vordergrund, die Fischbouletten werden deshalb nicht näher behandelt.

Klopse mit Fleischanteil unter 50%

Klopse mit Fleischanteil unter 50% gelten nicht mehr als Fleischerzeugnisse. Unter entsprechender Kenntlichmachung, z.B. "Bratletten", sind derartige Produkte aber durchaus verkehrsfähig.

2.2 Allgemeine Verkehrsauffassung

Nach einer Begründung zum LMBG (Bundesdrucksache 7/255 S.32) umfaßt die allgemeine Verkehrsauffassung ihrer sprachlichen Bedeutung gemäß im weitesten Umfang die berechtigte Erwartung der am Verkehr mit Lebensmitteln Beteiligten, wie sie an die normale Beschaffenheit des Lebensmittels gestellt ist (BENZ 1977). Es wird vorausgesetzt, daß die breite Verbraucherschaft ganz sicher weder erhebliche Qualitätsminderung wünscht, noch

auf die Dauer erwartet oder für richtig hält (KRAUS 1964, N.N. 1976). Die Verkehrsauffassung läßt sich unter Heranziehung von Sachverständigen oder anderen Beweisen ermitteln, eine Aufgabe, welche in rechtlichen Streitfällen ausschließlich dem Tatrichter obliegt (N.N. 1976). Dabei dürfen die Vorstellungen des Handwerks und Handels nicht unberücksichtigt bleiben, ebensowenig gutachtliche Äußerungen, Fachveröffentlichungen, Betrachtungen der Rezepturen und gerichtliche Entscheidungen. Weiterhin sind Untersuchungen mit unterschiedlichen Ergebnissen daraufhin zu überprüfen, inwieweit sich die Diskrepanz aus methodologischen Schwierigkeiten erklärt. Weil mit Ausnahme der Grenzwerte für den höchstzulässigen Fettgehalt in der Hackfleisch-VO keine weiteren normativen Bestimmungen über die Zusammensetzung von Hackfleischprodukten bestehen, kann die Verkehrsauffassung nur faktisch erfaßt werden. Hierbei gilt es sowohl die berechtigte Verbrauchererwartung wie auch den redlichen Herstellungsbrauch zu berücksichtigen.

2.2.1 Verbrauchererwartung

Die Vorstellung des Konsumenten zur Sollbeschaffenheit eines Lebensmittels bildet eine maßgebliche Norm. Aus diesem Grund verdienen demoskopische Erhebungen großes Interesse, obgleich ihre Aussagekraft sehr umstritten bleibt. So ergab eine Umfrage, daß die meisten Verbraucher zwischen den einzelnen Hackfleischerzeugnissen nicht zu unterscheiden vermögen. Von 264 Personen waren nur 14% gut informiert, wobei ein Fleischanteil von 75% für Frikadellen, 90% für Hacksteak und 100% Fleisch mit Gewürzen beim Hamburger als Beurteilungskriterium gewählt wurde (FRIES 1979). Offensichtlich spielt hier auch der Bekanntheitsgrad der Produktbezeichnung eine Rolle, denn es zeigte sich, daß zwar 25% der Befragten den Begriff "Hamburger" kennen (n=264), während weniger als 1% der Befragten (n=172) eine Vorstellung aus dem Begriff "Patty" ableiten können (FRIES 1979). Auch wenn eine Hausfrauenbefragung ergab, daß Qualität und Preis eines Lebensmittels ausschlaggebend sind, jedoch über

den Begriff Qualität nur verschwommene Vorstellungen herrschen (STECHERT 1972), weisen mehrere Gerichtsbeschlüsse darauf hin, daß der Verbraucher auch bei Phantasiebezeichnungen nicht die Erwartung minderer Qualität hat (BERTLING 1977). Im Hinblick auf die Fleischgrundlage wird vom Verbraucher Rinder und Schweinehackfleisch erwartet, evtl. auch Schabefleisch, zumindest Hackfleischqualität, ungeachtet der oft unterschiedlichen Produktbezeichnung (RÖSSGER und FRITSCHE 1963, CHRISTEN 1977).

2.2.2 Herstellungs- und Handelsbrauch

Auch der redliche Herstellungs- und Handelsbrauch beeinflußt die Verkehrsauffassung von der Zusammensetzung eines Lebensmittels wesentlich, wobei zu bedenken ist, daß zwar die allgemeine Verkehrsauffassung durch den Handelsbrauch geprägt werden kann, jedoch bestimmte Produktionsgepflogenheiten nicht immer eine Veränderung der Verkehrsauffassung oder sogar der Verbrauchererwartung mit sich bringen. Selbst eine über längere Zeit geübte Herstellungsform vermag durchaus unredlich zu sein und braucht infolgedessen nicht im Interesse des Verbrauchers zu liegen. Ebensowenig ändern in Kriegs- und Notzeiten entstandene Handelsbräuche die heutigen Verbraucherwünsche über die Beschaffenheit des Lebensmittels (ZIPFEL 1983).

Die Entscheidung, ob ein Produkt die "übliche" oder "normale" Beschaffenheit aufweist, muß wiederum von Fachkreisen getroffen werden. Örtliche Schwankungen sind zwar zu tolerieren, die angestammte Verbraucherschaft darf allerdings nicht durch ihr unbekannte Abweichungen getäuscht werden (ZIPFEL 1983). Im Hinblick auf die Beschaffenheit von Klopsen liegen zahlreiche Informationen zum Herstellungs- und Handelsbrauch vor. Sie sind in Rezepturen, Marktanalysen und gutachtlichen Äußerungen niedergelegt (GERIGK 1964).

Für die Beurteilung der substantiellen Zusammensetzung bestehen aber dahingehend Differenzen, welches Merkmal sich zur Qualitätskontrolle eignet. Bei der Positivbewertung ist eine Min-

Tabelle 1a

ZUSAMMENSETZUNG VON HACKFLEISCHPRODUKTEN, REZEPTUREN UND REZEPTURVORSCHLÄGE

Produkt	Autor	ROHES FERTIGPRODUKT						
		Fleisch Schwein %	Fleisch Rind %	Fett %	Cerealien %	Gewürz	Ei	Schwarte %
Hamburger	DEUTSCHES LEBENSMITTELBUCH, 1984; LEITSÄTZE	nein	100	-	-	-	-	-
	TÄNDLER, 1964	-	-	-	25	-	-	-
	TÄNDLER, 1966	nein	80	20	-	-	-	-
Rindfleisch-patties	TÄNDLER, 1966	-	73-80	20-27	-	-	-	-
Hacksteaks	DEUTSCHES LEBENSMITTELBUCH, 1984; LEITSÄTZE	----insgesamt 70----			ja	ja	ja	-
	TÄNDLER, 1979	----insgesamt 70---			<15	-	-	-
-Steaks	DEUTSCHES							
Deutsches Beefsteak	LEBENSMITTELBUCH, 1984; LEITSÄTZE	nein	--insges.80--		ja	ja	ja	-
	MUTHESIUS, 1977	----insgesamt 90----			bis 10	bis 10	bis 10	-
Fleisch-klopse	ALTERAUGE, 1963	----insgesamt 70----			----insgesamt 30----			-
	BARTELS, 1969	----insgesamt 70----			----insgesamt 30----			-
	BARTELS, 1983	----insgesamt 65-80-			ja	ja	ja	-
	BERNSDORF, 1936	----insgesamt 75----			----insgesamt 25----			-
	DEUTSCHER FLEISCHER VERBAND, 1981	--insgesamt 70----			-	-	-	-
	FLEISCHERINNUNG FRANKFT./M., 1964	---insgesamt 70----			----insgesamt 25----			5
	FLEISCHERVERBAND HESSEN, 1968	----insgesamt 70----			-	-	-	-
	GEMMER, 1967 u. 1968	-	-	-	-	-	-	5-10
	GEMMER, 1982	----insgesamt 70----			30	ja	ja	-
	GERIGK, 1964	-	-	-	25-35	-	-	-
	HARMS,1975	----insgesamt 75----			ja	ja	ja	-
	HUBER, 1957 *)	----insgesamt 80----			20	-	-	-
	KELCH, 1961a*)**	----insgesamt 75----			----insgesamt 25----			-
	N.N., 1958	----insgesamt 75----			----insgesamt 25----			-
	RACKOW und WELZ, 1964	----insgesamt70-75--			ja	ja	ja	-
	SCHMIDT, 1982	----insgesamt <70---			-	-	-	-
	SEIDEL u. ROHDE, 1957**)	----insgesamt 70----			30	ja	ja	-
	SIEGERT, 1975	----insgesamt 70----			----insgesamt 30----			-
	TIMM u.v.KOZLOWSKI, 1975*)**	----insgesamt 62,4--			ja	ja	ja	-
	WARMBIER, 1968	----insgesamt 70----			11	ja	ja	-
	ZEITUNG DER KÖCHE, 1962*)	----insgesamt 75----			----insgesamt 25----			-

*) aus Gaststätten und Kochbuchrezepturen
**) aus Großbetriebsrezepturen

Tabelle 1a
Fortsetzung

Produkt	Autor	ROHES FERTIGPRODUKT						
		Fleisch Schwein %	Fleisch Rind %	Fett %	Cerealien %	Gewürz	Ei	Schwarte %
Königs-berger Klops	BUNDESFACHVERBAND GROßKÜCHEN, 1975	--insgesamt 61,6-67,4-			--insgesamt 38,4-32,6--			-
	HADLOCK, 1975	----insgesamt 53----			ja	ja	ja	
	HILSE, 1973	-	-	-	20	-	-	-
	REUßE u.TILLACK, 1976 *)**)	----insgesamt 61----			ja	ja	ja	-
	SIEGERT, 1975	----insgesamt 70----			----insgesamt 30----			-
	STEGEN et al. 1976 *)	---insgesamt 53-54--			23	10	10	-
	TIMM u.v.KOZLOWKI, 1975*)**)	---insgesamt 62,4---			ja	ja	ja	-
Kohlrouladen-füllung	BUNDESVERBAND DER DEUTSCHEN FLEISCH-WARENINDUSTRIE;1975	--insgesamt 70--			-	-	-	-
Paprika-füllung	TIMM u.v.KOZLOWSKI 1975*)**)	---insgesamt 53,8---			ja	ja	ja	-
Fleisch-klößchen	KUSCHFELDT, 1983	---insgesamt > 50 ---			ja	ja	ja	-
	SCHMIDT, 1982	---insgesamt > 50 ---			-	-	-	-

*) aus Gaststätten- und Kochbuchrezepturen
**) aus Großbetriebsrezepturen

destgrenze für den Fleischanteil vorgegeben (LEISTNER 1976). Dagegen bedeutet Negativbewertung, daß eine Höchstmenge für den Cerealienzusatz bzw. für den Stärkegehalt festgelegt wird (KUSCHFELD und THIEL 1980). Der hier oft als Beurteilungskriterium aufgeführte Weichbrotanteil errechnet sich aus "Stärke i.T. x 2" (HUBER 1957). Aus dem Bestehen zweier verschiedener Bewertungsstrategien resultieren insoweit Probleme, als sich minimaler Fleischanteil und maximaler Cerealienanteil nicht zu 100% ergänzen, weil die dritte Komponente, nämlich Ei und Zwiebeln, jeweils unberücksichtigt bleibt. Von den sonstigen Analysenwerten trifft der relative BEFFE-Wert eine Aussage über die

TABELLE 1b ZUSAMMENSETZUNG VON HACKFLEISCHPRODUKTEN, GRENZWERTVORSCHLÄGE FÜR DAS FERTIGPRODUKT

Produkt	Autor	CHEMISCH					HISTOMETRISCH	
		BEFFE im FE %	BGE im FE %	Fett %	Stärke i. T. %	Stärke zu FE	Skm Vol%	BGE Vol%
Hamburger	TÄNDLER, 1966	-	-	-	-	-	> 65	> 35
	DEUTSCHES LEBENSMITTELBUCH,	> 75	-	-	-	-	> 65	-
Deutsches	1984;							
beefsteak	LEIT-	>85	-	-	-	-	75	-
Hacksteak	SÄTZE	>80	-	-	-	-	70	-
Fleisch-	BERTLING, 1964	-	-	-	< 25	-	-	-
klopse	CHRISTEN, 1977	-	-	< 20	< 25	1	-	-
	GERIGK, 1964	-	-	-	-	-	-	< 40
	GISSEL et al.,							
	1983	> 80	-	-	-	1	-	-
	KLEMM, 1966	-	-	-	-	-	-	< 35
	MATT, 1969	-	<20	< 20	<25	-	-	-
	SEIDEL u.							
	ROHDE, 1957	-	-	< 17	<15	-	-	-
	WARMBIER, 1968	-	-	< 20	<11-12	-	-	-
	WERSCHING, 1961	-	-	-	-	-	< 40	-
Königs-	HADLOCK, 1975	-	-	-	<25	-	-	-
berger	REUßE u.							
klopse	TILLACK, 1976	-	-	< 25	-	-	-	-
	STEGEN et al.,							
	1976	-	-	-	25	-	-	-

Materialauswahl und damit über den redlichen Herstellungs- und Handelsbrauch (KUSCHFELD und THIEL 1980).

Aufgrund von Untersuchungen wurde der Handelsbrauch durch verschiedene Vorschläge zum maximal zulässigen Stärkeanteil in Hackfleischprodukten konkretisiert. Die Angaben, wie sie verschiedene Sachverständige publizierten, sind in Tabelle 1 zusammengestellt, nach Rezepturen und Rezepturvorschlägen (Tab. 1a) und Grenzwertvorschlägen (Tab. 1b) der Fertigprodukte. Die Limits reichen dort von 20% Weißbrotanteil (ALTERAUGE 1963, HUBER 1957, KELCH 1961a, WARMBIER 1968) bis 25% Stärke i.T. (BERNSDORF 1936, BERTLING 1964, KALTWASSER 1976, CHRISTEN 1977), was immerhin 50% Weichbrot entspricht. Für den Fleischanteil ergibt sich eine recht breite Spannweite. Die Angaben kumulieren bei 75 Gew.% Rohfleischanteil (HARMS 1975) bzw. 70 Gew.% Fleisch- Fett-Gemenge (GISSEL et al. 1983). Für Königsberger Klops werden 61-62 Gew.% Fleisch vorgeschlagen (REUSSE und TILLACK 1976, TIMM und v. KOZLOWSKI 1975). Bei Fleischgerichten in Soße als Dosenware sehen die Richtlinien des Bundesverbandes für Fleischer und Fleischereihandwerkliche Betriebe mindestens 70% Fleisch bei Bratklopsen und mindestens 60% Fleisch bei Königsberger Klopsen vor. Kohlrouladenfüllungen sollen 75% Fleischanteil enthalten (TIMM und v. KOZLOWSKI 1975). WERSCHING (1961) gibt mit 50 Gew.% Fleischanteil den niedrigsten Wert an. Mithin zeigt Tabelle 1 an, daß trotz der schwankenden Angabe ein markantes Qualitätsgefälle vom Hacksteak bis zum Königsberger Klops besteht. Aus diesen Angaben lassen sich laut BERTLING (1964), CHRISTEN (1977), GISSEL (1983), LEBENSMITTELBUCH, Leitsätze (1982); MATT (1969), STEGEN et al. (1976), WARMBIER (1968) für die chemische Analyse bei redlichem Handelsbrauch etwa folgende Werte ableiten (vergl. auch Tab 1b):

Gesamteiweiß: 12%.
Fleischeiweiß: 7,5% (BEFFE abs.)
Bindegewebsanteil in der Fleischgrundlage 20%,
BEFFE i. FE 80%
Fett 17-25%
Stärke max. 11%
Stärke i.T. unter 25%

Nach GISSEL (1983) sollte das weniger vom Fettgehalt beeinflußte Stärke-Fleischeiweiß-Verhältnis 1 sein, bzw. Gesamteiweiß/Stärke mindestens 1:1 betragen (CHRISTEN 1977). Eine rechnerisch erfaßbare Fremdwasserverarbeitung wird nicht konzediert (CHRISTEN 1977, GISSEL et al. 1983).

Neben der Sachverständigenmeinung sind als wichtige Normen für den Herstellungs- und Handelsbrauch Rezepturen aus Koch- und Fachbüchern sowie Veröffentlichungen von Fleischerverbänden und -Innungen anzusehen. Sie werden im folgenden besprochen.

2.2.2.1 Herstellungsrezepturen für Fleischklopse

2.2.2.1.1 Aussagekraft von Kochbuchrezepturen

Die Angaben zur haushaltsüblichen Herstellung lassen sich zwar sinnvoll aus Koch- und Lehrbüchern ermitteln, jedoch sind besonders die Angaben in Kochbüchern mit Zurückhaltung zu bewerten, denn sie bringen häufig die Ansicht des Verfassers zum Ausdruck, ohne die Quelle der Meinungsbildung zu konkretisieren. Deshalb bieten Rezepturen nur Anhaltspunkte, und bedürfen in jedem Fall des Vergleichs mit Untersuchungsergebnissen aus Untersuchungsanstalten und Forschung (ZIPFEL 1983).

Weiterhin sind Rezepturangaben oft derart inhomogen strukturiert, daß sich aus ihnen keine einheitliche Verkehrsauffassung ableiten läßt. Aus statistischer Sicht können Kochbücher somit nur schwer zur Beschreibung der Normbeschaffenheit dienen (HILDEBRANDT et al. 1976). Ungewiß bleibt auch die Anwendungshäufigkeit jedes Rezeptes, wobei die Auflagenstärke allein kein Kriterium für die Verkehrsauffassung sein darf (ZIPFEL 1983). Nach Ansicht von REUSSE und TILLACK (1976) gibt diese Literatur sehr wohl Aufschluß über Handelsüblichkeit und Verbrauchererwartung, nicht jedoch über die Qualität im Handel befindlicher Produkte. Einen weit höheren Stellenwert räumen TIMM und v. KOZLOWSKI (1975) den Kochbuchrezepten ein, weil sie Auskunft über die Rohstoffanteile des betreffenden Erzeugnisses liefern.

Mit Ausnahme des Rohfleisches finden sich jedoch kaum genauere Mengenangaben über die sonstigen Zutaten (siehe auch Tab. 1a). Unbedingt berücksichtigt werden müsse auch, daß Kochbuchrezepte die Grundlage für industriell gefertigte Produkte bilden.

2.2.2.1.2 Beziehungen zwischen küchenmäßig und industriell hergestellten Fleischklopsen

Zwischen haushaltsmäßiger und industrieller Fleischkloßfertigung bestehen von vornherein Unterschiede, die hauptsächlich technologisch bedingt sind (SCHMIDT 1982) oder durch Kalkulation und Wettbewebsvorteile verursacht werden (SCHMIDT 1982, THIEL 1981). Gerade in den letzten Jahren hat sich gezeigt, daß besonders bei der großindustriellen Fertigung von Fleischerzeugnissen die Grenzwerte völlig ausgeschöpft werden, indem das Ausgangsmaterial standardisiert und die Rezeptur darauf abgestimmt wird (KUSCHFELD und THIEL 1980). Sofern jedoch wertvolles Fleisch zum Einsatz kommt, wie es zur Wurstverarbeitung dient, ist eine Verarbeitung ohne weitere Zusätze kalkulatorisch ausgeschlossen, weil sonst die Produkte mit anderen Imbißgerichten wie Würstchen nicht konkurrieren können und als "zu teuer" abgelehnt werden (TÄNDLER 1978 b).

Trotz der Eigengesetzlichkeit industrieller Produktion darf die ursprüngliche Entstehung der Fleischklopse nicht unbeachtet bleiben. Klopse entstammen dem Bereich der Küche (LINKE 1976 a) und die Herstellung in Haushalt und Restauration ergibt sich aus der Notwendigkeit, Fleischreste zu verwerten (BANZER-FRIEBEL 1964, HUBER 1957, LINKE 1976 a). Hygienische Unbedenklichkeit des Ausgangsmaterials muß vorausgesetzt werden (LINKE 1976 a). Solches Fleisch dürfte nun nicht ausschließlich sehnenreich gewesen sein, obgleich an seine substantielle Beschaffenheit nur sehr geringe Anforderungen gestellt worden sind (GERIGK 1964, SCHMIDT 1982).

Der Genußwert entsteht also erst durch die küchenmäßige Zubereitung (SCHMIDT 1982) und hängt damit wesentlich von den

Zutaten Brot, Brötchen, Semmelmehl, Zwiebel, Gewürzkräuter, Pfeffer und Kochsalz ab. Die Beliebtheit derartiger Fleischerzeugnisse war der Anlaß für ihre großtechnische Fertigung (SCHMIDT 1982).

2.2.2.1.3 Industriell hergestellte Produkte

Die industrielle Herstellung von Hackfleischprodukten muß erstens rationell sein, und zweitens die Haltbarkeit des Erzeugnisses bis zum Endverbraucher ohne Qualitätseinbußen gewährleisten (TIMM 1974).

Der Zwang zur Kostendämpfung wirkt sich besonders bei den proteinhaltigen Bindemitteln aus. So ersetzen fleischverarbeitende Betriebe Vollei durch Eiklar (SCHMIDT 1982). Nach BERTLING (1975) wäre es unrealistisch, bei industriellen Erzeugnissen die Zugabe von Vollei zu verlangen.

Unter diesem Aspekt ist auch der Einsatz einer etwa des Dotteranteils entsprechenden Brätmenge verständlich, ja sogar positiv für den Verbraucher zu bewerten, denn das zur Bindung erforderliche Muskeleiweiß wird erst beim Kuttern freigesetzt (SCHMIDT 1982). Die stark ansteigenden Brätanteile in kommerziellen Klopserzeugnissen führten jedoch zu einer Konsistenzveränderung in Richtung auf einen brühwurstartigen Biß. Diese Veränderung gab Anlaß zu einer Änderung der Hackfleisch-VO, wonach die Verwendung von "wie Brühwurstbrät fein zerkleinertem Fleisch" kenntlich gemacht werden muß. Mit dieser Regelung wurde eine gravierende Produktänderung verhindert, obwohl das Interesse, technologische Fehlproduktionen, u.U. auch vorgekochtes bzw. gekuttertes Fleisch zur Boulettenherstellung zu verwenden, durchaus im Sinne ursprünglicher haushaltsmäßiger Rezepturen liegt (LINKE 1976 a). Aber dort geht man nicht von einer Großfertigungstechnologie mit Einsatz des Schneidmischers aus, sondern von gewolfter oder gehackter Fleischgrundlage (TÄNDLER 1966).

Für die Herstellung von Konserven ergab sich die Notwendigkeit, zur Erhöhung der Bindung Milcheiweiß oder Trocken-

blutplasma zuzusetzen. Diese Zutaten entsprechen nicht der haushaltsmäßigen Rezeptur, sind aber formal für tafelfertig zubereitete Fleischerzeugnisse statthaft, sofern die Menge von 2% gemäß der Fleisch-VO nicht überschritten wird (TÄNDLER 1978 a).

Auch die haushaltsübliche Verwendung von eingeweichten Brötchen oder Weißbrot birgt in der großtechnischen Herstellung Probleme. Um das Einweichen und Ausdrücken von Weißbrot zu umgehen, greift die Industrie auf Backmehle, Paniermehl, gemahlene Nudeln und Bruchreis zurück. Letzterer wird für Fleischfüllungen in Paprikaschoten in mehr als der Hälfte, aller Rezepturen anstelle von Brötchen verwendet (TIMM und v. KOZLOWSKI 1975).

Ein hoch angesetzter Grenzwert für den Fleischanteil (Deutscher Fleischerverband 1981: 70%) bietet für das fleischverarbeitende Gewerbe Wettbewerbsbegünstigungen gegenüber den Küchenbetrieben, welche Eier nicht durch preisgünstiges Fleisch, das "angekuttert" verwendet wird, ersetzen können (SCHMIDT 1982). Die Verwendung von Gefrierfleisch in Mengen über 40% des Fleischanteiles bringt dann besondere Vorteile, wenn der Cerealienzusatz begrenzt wird. Es entsteht eine Produktkategorie mit einem deutlichen Qualitätsabstand zur Frikadellengruppe. Sie liegt qualitativ zwischen Hacksteaks und den Frikadellen und kommt den Eigenschaften des Kurzgebratenen näher, ist indessen aber erheblich preisgünstiger (TÄNDLER 1978 b). Dieser Qualitätssprung zeigt sich sowohl in den Analysenwerten (Tab. 1b) als auch in den Rezepturen (Tab. 1a). Im Gegensatz zum Fleischereigewerbe tendieren Hersteller von Küchengerichten zu einem festgelegten Durchschnittswert von 55% Fleischanteil (SCHMIDT 1982). Der Charakter des Produktes hinsichtlich Aussehen, Geschmack und Material muß jedoch in jedem Fall erhalten bleiben (LINKE 1971 a).

2.2.2.1.4 In Küche und Großküche hergestellte Produkte

In Großküchen, Küchen und Restaurationsbetrieben hergestellte Produkte sind durch einen unverzüglichen Verzehr nach der Herstellung charakterisiert (TIMM 1974). Die weitgehende Benutzung von privaten Rezepturen ist damit gegeben (KRAUS 1964).

Küchenbetriebe verwenden als Bindemittel bevorzugt Ei oder Eiprodukte (SCHMIDT 1982). Cerealienzusätze dürften überwiegend Weißbrot und Brötchen, eingeweicht und ausgedrückt, sein (TÄNDLER 1978 b). Aufgeschlossenes Milcheiweiß wird für technologisch nicht erforderlich gehalten (CHRISTEN 1977).

Während die Haushaltsrezepturen in ihrem Fleischanteil bei 75% liegen (HUBER 1957, KELCH 1959, WARMBIER 1968), bewegen sich Industriebetriebe und Großküchen durchwegs im Bereich von 70% Rohfleischeinwaage (SEIDEL und ROHDE 1957, FLEISCHERINNUNG GROSSFRANKFURT 1961 und 1964), was in Tabelle 1a veranschaulicht ist. Unabhängig vom Herstellungsbereich sehen Rezepturen für Königsberger Klopse von vornherein einen größeren Gehalt an Bindemittel vor. Dort liegt der Fleischgehalt bei 52-62% Rohfleischanteil (STEGEN et al. 1976, TIMM und v. KOZLOWSKI 1975, REUSSE und TILLACK 1976, HADLOCK 1975) (siehe auch Tab. 1).

2.2.3 Gesetzesgrundlagen und Richtlinien zur Zusammensetzung von Hackfleischerzeugnissen

Die Vorschriften der Hackfleisch-VO (Verordnung über Hackfleisch, Schabefleisch und andere Erzeugnisse aus rohem Fleisch) finden Anwendung auf unter Verwendung von zerkleinertem Fleisch hergestellte Zubereitungen wie Fleischklöße, Bouletten etc., sofern sie dazu bestimmt sind, in rohem Zustand in den Verkehr gebracht zu werden (LINKE 1960, 1978 b; BERLINER KAMMERGERICHT 1956, OLG KÖLN 1969, WENKER 1972, ZIPFEL 1983). Im Hinblick auf die gewebliche Zusammensetzung prägt die Hackfleisch-VO auch die Verkehrsauffassung für erhitzte Produkte (Schreiben des Bundesministeriums für Jugend, Familie und Gesundheit vom 28.10.1976, 422-7510-201; LINKE 1978 a,b). Zusätz-

Tabelle 2 GERICHTSBESCHLÜSSE ÜBER DIE ZUSAMMENSETZUNG VON ROHEN HACKFLEISCHPRODUKTEN

Produkt	Autor/Gericht	FLEISCH wie gewachsen %	FLEISCH Kopffleisch %	CEREALIEN %	BINDEMASSE %	FREMDWASSER %
Hamburger	BENZ, 1977; 1. STRAFSENAT, OLG KOBLENZ, 29.10.1976	<90	-	----insgesamt 10----		-
	OLG KOBLENZ, ZLR 77	90	-	----insgesamt 10----		-
	SCHEUNEMANN, 1971	100	-	nein	nein	-
Meat-burger	1. STRAFSENAT KOBLENZ, URT. 2.2. 1978, SS 209/77	100	-	nein	nein	nein
Hacksteak	OLG KOBLENZ, BESCHLUß v. 25.5.1981 1 SS 204/81	-	-	-	nein	-
Frikadellen	HOLTHÖFER NUSE III:					
	H.4 LG BERLIN 1964	70	-	----insgesamt 30----		-
	LG DORTMUND	-	-	--insgesamt 20-25--		-
	LG WIESBADEN 1970	37,5	37,5	----insgesamt 25----		-
Königsberger-Klops	OLG BRAUNSCHWEIG URT. 5.3.1973 SS 14/73	70	-	----insgesamt 30----		-

lich finden sich in der Fleisch-VO Regelungen über Zusätze von Binde- und Streckmitteln ohne Deklaration zu küchenfertigen Fleischgerichten wie Fleischklopsen etc. Über diese Verordnung hinaus bestehen keine weiteren Rechtsnormen über die Zusammensetzung von Fleischklopsen, Frikadellen und Hackbraten (GERIGK 1964, KELCH 1961a, WERSCHING 1961). Die in den Leitsätzen für Fleisch und Fleischerzeugnisse 2.507.11 bis 2.507.2 festgelegten Beurteilungskriterien stellen kein kodifiziertes Recht, sondern nur Entscheidungshilfe und Richtschnur dar. Bei der Regelung durch Gerichtsbeschlüsse und Erstellung von Richtlinien oder Leitsätzen handelt es sich nicht um eine "Normierung contra legem" durch Instanzen, die verfassungsmäßig nicht zur Rechtssetzung berufen sind, sondern um eine zulässige Erforschung und Feststellung des Sinngehaltes von Gesetzesvorschriften, die dem Aufgabenbereich der Gerichte zukommt (ZIPFEL 1983). Eine entsprechende Zusammenstellung in Tabelle 2 gibt die gerichtlich festgelegten Mindestwerte für den Fleischanteil von Fleischklößen wieder.

Die differenzierte Betrachtung der Fleischgrundlage ist deshalb notwendig, weil ein Produkt auch dann als verfälscht gilt, wenn die Fleischkomponente trotz ausreichender Menge die in der Hackfleisch-VO aufgeführten Bedingungen nicht erfüllt.

2.2.3.1 Fleischgrundlage für Fleischklopse

Der traditionelle Begriff "Hackfleisch" gilt in seinem Wortsinn heute nicht mehr, vielmehr handelt es sich wegen der Zerkleinerung im Fleischwolf um "durchgedrehtes" Material (DEUTSCHER FLEISCHER VERBAND 1965). Nach der Definition des Deutschen Lebensmittelbuches (1984) unter 2.507.1 bedeutet die Vorsilbe "Hack-" eine Kurzbezeichnung für zerkleinertes Fleisch. Im wesentlichen bestehen zwei Gründe für die Zerkleinerung des Fleisches zu Hackfleisch. Einerseits soll eine Formbarkeit erreicht werden, andererseits läßt sich auf diese Weise eine Streckung der Fleischmasse ermöglichen.

Sowohl die Standardwerke des Fleischereigewerbes (GERIGK 1964) wie auch die Kochbücher (TIMM und v. KOZLOWSKI 1975) gehen nahezu einhellig davon aus, daß für Hackfleischprodukte Rind, Schwein, Kalb oder eine Mischung der Fleischsorten, welche z.T. vorher entsehnt werden, Verwendung finden. Außer Frischfleisch und aufgetautem Gefrierfleisch kann zur Hackfleischherstellung auch gefrorenes, ausgelöstes Fleisch gelangen, wobei dieses Material nach Vorzerkleinerung im Gefrierfleischschneider mit nicht zu kleiner Lochscheibe weiterzerkleinert wird (TIMM 1974). TÄNDLER (1966) beschreibt die Gewinnung des Hackfleisches in den USA aus Fleischabschnitten, die bei der Portionierung des Frisch- und Gefrierfleisches anfallen, und seine Weiterverarbeitung zusammen mit dem Fleisch von Vordervierteln und Hälsen zu Hamburgern u.ä. Aber auch wertvolles Muskelfleisch, das aus den Vordervierteln stammt und bisher ausschließlich zur Wurstproduktion Verwendung fand, wird zu Hackfleischerzeugnissen geformt (TÄNDLER 1978 b).

In der Bundesrepublik gilt grundsätzlich die laut Hackfleisch-VO vorgegebene Einteilung in Hackfleisch, Schabefleisch und Hackpeter. Zusammen mit den Angaben des Deutschen Lebensmittelbuches ergeben sich hieraus folgende Qualitätsanforderungen:

2.2.3.1.1 Schabefleisch (Beefsteakhack, Tartar)

Schabefleisch darf nur aus sehnen- und fettgewebsarmem Skelettmuskelfleisch von Rindern ohne jeden Zusatz bestehen und keinem Behandlungsverfahren außer einer Kälteeinwirkung unterworfen worden sein. Der Fettgehalt begrenzt sich auf maximal 6% (HflVO v. 10.5.1976 § 6(2), BERTLING 1979). Auch Skelettmuskulatur, deren Anteil an Bindegewebe und Fettgewebe durch Ausschneiden ("Entsehnen") entsprechend verringert wurde, kann zur Hackfleischherstellung verwendet werden (LEBENSMITTELBUCH, LEITSÄTZE 1.111). Die entsprechenden Normen für den BEFFE rel. - bzw. Bindegewebsgehalt sind Tabelle 3 zu entnehmen.

Tabelle 3 ANALYSENWERTE VON HACKFLEISCH UND FLEISCHGRUNDLAGE FÜR FLEISCHKLOPSE

Produkt	Autor	FLEISCH Rind	FLEISCH Schwein	CHEMISCH BEFFE i.FE %	CHEMISCH BGE %	CHEMISCH Fett %	HISTOMETRISCH SKM Vol%	HISTOMETRISCH BGE Vol%
Schabefleisch	HACKFLEISCH VO v.10.5.1976	ja	nein	-	-	<6	-	-
	HEMPEL, 1963	ja	nein	-	-	-	-	<15
	SAMMLUNG ANALYT.METHODEN NACH § 35 LMBG	-	-	-	-	-	-	<15
	DEUTSCHES LEBENSMITTELBUCH, 1984; LEITSATZE 2.507.13	ja	nein	>90	-	-	>85	-
Rindergehacktes	2.507.21	ja	nein	>75	-	-	> 65	-
Gehacktes	2.507.23	ja	ja	>75	-	-	> 65	-
	GEMMER, 1965	-	-	-	-	-	-	< 35
	HEMPEL, 1963	ja	ja	-	-	-	-	< 30
	HACKFLEISCH VO v. 10.5.1976	ja	ja	-	-	< 30	-	-
		ja	nein	-	-	< 20	-	-
		nein	ja	-	-	< 35	-	-
	SAMMLUNG ANALYT.METHODEN NACH § 35 LMBG	-	-	-	-	-	-	< 35
Sehnen und fettgewebsarmes Rindfleisch ohne "edle Teile"; "wie gewachsen"	BERTLING, 1979	ja	nein	-	< 9	-	-	-
	LINKE u. ARNETH, 1970	ja	nein	-	13,3	-	-	-
	GERIGK, 1964	ja	nein	-	-	-	-	< 40
Schinkenmett	WELZ, 1980	-	-	-	-	20	-	< 18
	WELZ, 1981	-	-	80	-	< 20	-	-
	WELZ, 1981	-	ja	-	-	20,3	-	-

2.2.3.1.2 Hackfleisch (Gewiegtes, Mett)

Zur Herstellung von Hackfleisch darf nur sehnenarmes oder grob entsehntes Skelettmuskelfleisch ohne jeden Zusatz verwendet werden, das außer Kältebehandlung keinem anderen Behandlungsverfahren unterworfen worden ist. Speisesalz, Zwiebeln und Gewürze dürfen im zubereiteten Hackfleisch (Hackpeter, Thüringer Mett) enthalten sein. Rindergehacktes, Schweinegehacktes oder eine Mischung aus beiden unterscheiden sich in ihrem Fettgehalt (HflVO § 6(1)), wie in Tabelle 3 aufgelistet ist.

Als eine neue Sorte hat sich inzwischen "Schinkenmett" insbesondere im norddeutschen Raum einen gewissen Marktanteil erobert (WELZ 1980). Es wird aus Schinken hergestellt und ist relativ bindegewebs- und fettarm (WELZ 1979). Vom ALTS sind die Grenzwerte von max. 20% Fett und mindestens 80% BEFFE i. FE-hist. vorgeschlagen (WELZ 1981).

2.2.3.1.3 Ausgangsmaterial für Hackfleischerzeugnisse

Sofern kein Hackfleisch oder Schabefleisch verwendet wird, besagt § 6(4) der HflVO, daß der Fleischanteil von Fleischklößen, Fleischklopsen, Frikadellen und ähnlichen Erzeugnissen in der geweblichen Zusammensetzung grob entsehnter Skelettmuskulatur entsprechen muß. Geräuchertes oder wie Brühwurstbrät fein zerkleinertes Fleisch darf nur verwendet werden, wenn es ausreichend kenntlich gemacht wird. Die Verarbeitung von Fleisch anderer Tierarten muß ebenfalls ausreichend kenntlich gemacht sein, gleiches gilt auch für die Verwendung von Innereien. Im Verzeichnis der Zutaten sind die vom Tier stammenden Zutaten getrennt nach Fleisch, Speck und Innereien, gegebenenfalls auch weitere vom Tier stammende Zutaten anzugeben (§ 7(1) HflVO).

Es ist allerdings auch bei Bouletten keine Literatur auffindbar, welche eine Zusammensetzung allein aus Kopffleisch mit Brotzusatz und Gewürzen vorsieht (GERIGK 1964). Gemäß einem Urteil des OLG Düsseldorf (HOLTHÖFER-NÜSE IV) dürfen Bouletten nicht ausschließlich aus Kopffleisch bestehen.

2.2.3.1.3.1 Verarbeitung von hygienisch bedenklichen Tierkörperteilen

Das Verbot gemäß § 6 (3) HflVO, wonach Kopffleisch, Fleisch der Schnittstellen zwischen Kopf und Hals sowie der Stichstellen, Zwerchfellmuskulatur und Bauchmuskulatur nicht verwendet werden dürfen, erstreckt sich nur auf Hackfleisch und Schabefleisch, auch zubereitet, oder geschnetzeltes Fleisch. Frikadellen u.a. Produkte sind davon formal nicht betroffen. Im Hinblick auf die Definitionen wurde von einigen Herstellern darauf hingewiesen, daß Dünnung ohne "Bauchhaut" (Tunica flava abdominis) im Bindegewebsanteil auf den Standard von "Fleisch wie gewachsen" gebracht werden könne (FLEMMIG 1967). Andererseits bestehen hygienische Bedenken aufgrund der großen Oberfläche und einer Kontamination beim Ausschlachten. So ist der Anfangskeimgehalt hoch, und schneller Verderb setzt ein (LERCHE 1965, LORENZEN 1960). Das Verbot der Herstellung von Hackfleisch ganz oder teilweise aus Dünnung beruht damit nicht nur auf dem erhöhten Bindegewebsgehalt, sondern - analog zum Kopffleisch - auch auf Hygienerisiken (D.F.V. 1965, FLEMMIG 1967). Also sollte Hackfleisch, das ausschließlich aus Dünnung, Kopffleisch, Knochenputz und Hesse hergestellt ist, als verfälscht angesehen werden, zumal es weder reellem Handelsbrauch noch berechtigter Verbrauchererwartung entspricht (BUSCHKIEL 1977, FREYBE 1954, GEMMER 1965, HEPP 1958, KIEDROWSKI 1957, OLG Düsseldorf 1981, SINELL und HÖPKE 1963). Nach ZIPFEL (1982) und HEPP (1958) ist eine beschränkte Verarbeitung tolerabel, wenn eine handelsübliche Beschaffenheit erhalten bleibt. Doch selbst nach Kommentar des Deutschen Fleischerverbandes (1965) werden die Teile aus Gründen des Gesundheitsschutzes verboten (FLEMMIG 1967).

In kritischen Anmerkungen zur Neufassung der Hackfleisch-VO bemängelt LINKE (1976 b), daß für die Verarbeitung zu klassischem Hackfleisch nicht nur in der Regel stark mikrobiell kontaminierte Teile ausgeschlossen sind, sondern auch Beinfleisch und Bauchmuskulatur. Diesen beiden Teilstücken könne ein hoher Anfangskeimgehalt nicht von vornherein unterstellt werden. Darüberhinaus sei der Begriff "Bauchmuskulatur", der statt des früheren Terminus "Dünnung" in Abs. 3 eingefügt wur-

de, durchaus geeignet, zu nicht sinnvollen Verboten zu führen. Wie auch aus einem Schreiben des Bayrischen Staatsministeriums des Inneren (1980) hervorgeht, bleibt die Frage der Bauchfleischverarbeitung somit strittig.

Hingegen ist die Verarbeitung von Knochenputz und mittels Separatoren von Knochen abgetrennten Fleisches laut Hackfleisch-VO expressis verbis auch für Frikadellen u. ä. nicht statthaft.

2.2.3.1.3.2 Verarbeitung von Geflügelfleisch

In Fleischzubereitungen wie Klößchen, Frikadellen und Patties ist Geflügelfleischverwendung gemäß § 7 (1) der HflVO erlaubt, da es sich um das Fleisch warmblütiger Schlachttiere handelt. Eine derartige Zutat setzt allerdings eine ausreichende Kenntlichmachung voraus. Die Deklaration ist im Zusammenhang mit der Sortenbezeichnung bei "wesentlicher Menge", d. h. bei Anteilen von mindestens 15-20% notwendig (TÄNDLER 1972). Die z.Zt. gültigen Regelungen ergeben sich aus Ziffer 2.11 der Leitsätze für Fleisch und Fleischerzeugnisse.

2.2.3.1.3.3 Verarbeitung von Innereien und Wiederverarbeitung von Fleischprodukten

Innereien, Wurstbrät, Wursthüllen etc. bewirken eine Abweichung von der normalen Beschaffenheit der Hackfleischprodukte und stellen daher eine Verfälschung bzw. Wertminderung im Sinne des Lebensmittelrechts dar (BARTELS 1972, BENTLER 1961, QUERNHORST 1965, RÖSSGER UND FRITSCHE 1963). Zusätze von Innereien gelten zudem nicht als gewerbe- oder handelsüblich für Fleischklopse, und das Inverkehrbringen derartiger Ware ist schon aus diesem Grund nicht statthaft (BENTLER 1961, KELCH 1961, LINKE 1960). Auch die Bezeichnung "Bratkloß" oder "Innereienbratkloß" genügt nicht, wenn das Erzeugnis fast kein Muskelfleisch sondern Seh-

nen, Schwarte und Bindegewebe außer Semmeln und Zwiebeln enthält (OLG Köln, Urt. v. 28.2.1969).

Sofern Wurstbestandteile verwendet werden, ist eine Deklaration als "Wurstklops" erforderlich. Es darf jedoch nur hygienisch einwandfreies Material zum Einsatz kommen, entsprechend den Regeln der Leitsätze 2.18 des Deutschen Lebensmittelbuches (LINKE 1976 a). Würstchen im Schafsaitling werden nur zu solchen Erzeugnissen verarbeitet, die dem Verbraucher als geringwertig bekannt zu sein pflegen, und nur in Mengen bis zu 2%. Durch Brühwurstzusatz bedingte Phosphatanteile müssen deklariert werden. Dennoch lehnen THIEL (1962) KLEIN (1961) und SCHÖNBERG (1969) die Wiederverarbeitung von Wurstresten wegen des keimanreichernden Effektes ab.

Konsequenzen für die Verwertung von Pökelfleisch brachte die Änderung der HflVO vom 19.12.1980,indem die Verwendung von Pökelsalz in Fleischklößen, Klopsen, Frikadellen, Bouletten, Fleischfüllungen und ähnlichen Erzeugnissen aus zerkleinertem Fleisch nicht mehr gestattet wurde (GEMMER 1981, siehe auch Fleisch-VO, Anlage 1.1). Darüberhinaus stellen "Wurstklopse" aus gewolften, teilweise umgeröteten und mit Bindemitteln vermengten Wurstabschnitten ein Wursterzeugnis und kein Hackfleischprodukt dar (FLEMMIG 1967).

Abschließend sei angemerkt, daß der Begriff "wie Brühwurstbrät fein zerkleinertes Fleisch" aus § 6 der HflVO zu einigen Diskussionen Anlaß gab. Nach den Untersuchungen von HILDEBRANDT und JÖCKEL (1980) ist ein Hackfleischprodukt immer dann zu beanstanden, wenn es mehr als 20 Vol% wabig-schaumig vernetzter Muskeleiweißstrukturen enthält.

2.2.3.2 Streckmittel und andere Zutaten der Fleischgrundlage

2.2.3.2.1 Cerealien

Gemäß Anlage 2 Nr. 6 zu § 4 Abs. 2 der Fleisch-VO sind Getreidemehle als Zusatz für Fleischklöße etc. erlaubt. Die 28. ALS

Tagung (1978) ergab als Meinungsbild, daß mit Stärkezusatz nur Getreidestärke gemeint sei. Gegen die Verwendung von Reismehl und von gemahlenen Nudeln bestehen keine Einwände, weil es sich um echte Getreidemehle handelt (LINKE 1971 b, BERTLING 1964, GERIGK 1964).

In der Fleisch-VO finden sich keine Höchstmengenvorschriften über Bindemittel in Fleischklößen (s.a. LINKE 1971 a). In Tabelle 1a sowie in Tabelle 3 sind die verschiedenen Rezepturen und Beurteilungsvorschläge auch im Hinblick auf die Streck- und Bindemittel zusammengefaßt, um die bestehende Verkehrsauffassung zu charakterisieren.

2.2.3.2.2 Fremdeiweiße

Gemäß der Fleisch-VO ist der Zusatz von Sojamehl und -eiweiß untersagt (TÄNDLER 1978 a, LINKE 1973, BERLINER KAMMERGERICHT 2. Strafsenat, Urt. v. 3.10.1974 SS 308 73(39.74), MÜGGENBURG 1970). Darüberhinaus entspricht die Verwendung nicht dem Handelsbrauch (NAGEL 1971). Die Fleisch-VO vom 21.1.1982 sieht in Anlage 2 (6) Eier, Eiklar und Eipulver für die Herstellung küchenfertiger Fleischerzeugnisse vor. Aufgeschlossenes Milcheiweiß (Anlage 3 (1)) und Trockenblutplasma (Anlage 2 (4) (5)) dürfen in einer Menge bis 2% nur Konserven zugegeben werden, die in luftdicht verschlossenen Behältnissen durch Erhitzung auf mindestens 80° C Kerntemperatur haltbar gemacht worden sind. Blutbindemasse in Frikadellen stellt eine Verfälschung dar (BARTELS 1965).

2.2.3.2.3 Wasserschüttung

Durch das Einweichen besteht die Cerealienmasse zu 73,1% aus Wasser, das entspricht einem Wasserzusatz von 26,1% des Fleischgewichtes (HOSPER 1971). Industrielle Fertigung erfordert eine gewisse Wasserschüttung für die Eiweißbindung und

Lösung (LINKE 1971 a), nach TIMM (1974) 10-15%. Bei Hamburgern beträgt sie 100 ml pro kg Fleisch (F.F.W. 1984).

Der im verkehrsfähigen Produkt verbleibende und damit nachweisbare Anteil Wasser richtet sich weitgehend nach dem Grad des Ausbratens (HUBER 1957, WARMBIER 1968).

3. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

3.1 Material

Vor die Hauptversuche mußten einige Vorversuche geschaltet werden, die zur Abklärung methodologischer Fragen dienten.

Im Vorversuch I wurde an Industrieerzeugnissen geprüft, ob sich eine histologische Präparationstechnik entwickeln läßt, mit deren Hilfe das störende Kohlenhydrat chemisch oder biochemisch entfernt werden kann.

Im Vorversuch II wurde ein anderer Weg beschritten, um den Einfluß der Kohlenhydrate auf die histometrische Bindegewebsbestimmung zu eliminieren. Es wurde eine spezifische Färbung für Kohlenhydrate in Binde- und Streckmitteln erarbeitet. Das Probenmaterial bestand zunächst aus industriellen Fertigprodukten, nämlich als Vertreter einer kohlenhydratreichen Produktgruppe die Dosenkonserven "Königsberger Klops", und als Vertreter von Erzeugnissen mit geringerem Kohlenhydratanteil "Bouletten" sowie "Farmerhacksteaks" verschiedener Tiefkühlkosthersteller.

Im Vorversuch III wurden Rinderhackfleischklößchen mit unterschiedlichen Anteilen von "Faschola" Streck- und Bindemasse hergestellt, um an diesen Modellprodukten die Möglichkeiten der modifizierten Kohlenhydratfärbung zu erproben.

Im Vorversuch IV wurden histologische Schnitte von Fleischklößchen (Rezeptur des Versuchs A) simultan nach CALLEJA sowie der modifizierten Kohlenhydratfärbung behandelt und vergleichend histometrisch ausgewertet.

Hauptversuche

Das für die Herstellung der Hackfleischprodukte in Versuch A-C erforderliche Rohmaterial wurde von einem Berliner Fleischwarenhersteller bezogen. Für die beiden Versuche A und B fanden als Ausgangsmaterial etwa 5 kg Rindergehacktes aus einer einheitlichen Herstellungscharge Verwendung. Zur besseren Homogenität wurde das Material zusätzlich im Labor einmal mit der 2 mm Lochscheibe gewolft und anschließend handvermengt.

Versuch A diente der Ermittlung des Einflusses unterschiedlicher Erhitzungsarten. 1200g des Ausgangsmaterials wurden mit 13% Semmelmehl, 13% Wasser und 3% Kochsalz vermengt und zu Fleischkugeln von ca. 50g Gewicht geformt. Davon wurden jeweils mehrere Bällchen

1. roh belassen;
2. in siedendem Wasser gekocht, bis das Innere der Fleischklöße grau koaguliert war (nach ca. 8 Min.);
3. im Mikrowellenofen (Gastro-Profi National 2000) bei 2000 W erhitzt bis das Innere der Fleischklöße ebenfalls koaguliert war;
4. im Fett bei offener Pfanne gebraten bzw. sautiert.

Zur Kontrolle wurden vom Ausgangsmaterial Fleischklöße ohne jede Zusätze geformt und denselben Hitzebehandlungen unterworfen.

Versuch B galt dem Nachweis verschiedener Binde- und Streckmittel und ihrer Auswirkung auf die chemische und histometrische Analyse des Produktes. Zu je 600g Rindergehacktem als Fleischgrundlage wurden folgende Binde- und Streckmittel einschließlich des Wasser- und Salzzusatzes verarbeitet,

1. 26% Faschola (Streck- und Bindemittel Fa. Engel), 3% Kochsalz.
2. 13% Semmelmehl, 13% Wasser, 3% Kochsalz.
3. 30% eingeweichtes Brötchen, handausgedrückt, 3% Kochsalz.
4. 13% Semmelmehl, 13% Wasser, 23% frisches Vollei (Huhn).
5. 13% Semmelmehl, 13% Wasser, 8% Zwiebel, kleingehackt.

Für alle 5 Rezepturen wurde die Klopsmasse in roher sowie erhitzter (Mikrowellenherd) Form untersucht. Um das Ausgangsmaterial zu charakterisieren wurde darüberhinaus das Rindergehackte ohne Bınde- und Streckmittel oder andere Zusätze ebenfalls roh und auch erhitzt analysiert.

In Versuch C wurden unterschiedliche Hackfleischqualitäten verarbeitet. Die Erhebung sollte einen Einblick geben, inwieweit die Ergebnisse der beiden Untersuchungsmethoden am Fertigprodukt Rückschlüsse auf die substantielle Zusammensetzung der Fleischgrundmasse von Fleischklößen erlauben. Das Rindergehackte wurde mit der 2 mm Lochscheibe gewolft, während das Schweinehackfleisch gemäß dem Gewerbebrauch mit der 4,5 mm Lochscheibe (Erbsenscheibe) zerkleinert worden war. Zusätzlich wurde aus Fleischdünnung (des Rindes) nach Ausschneiden der Fascia flava durch zweimaliges Wolfen mit der 2 mm Lochscheibe Hackfleisch gewonnen. Folgende Fleischsorten dienten als Ausgangsmaterial:

1. Schabefleisch
2. Schweinehackfleisch und Rinderhackfleisch 1:1
3. Rinderhackfleisch und Schabefleisch 1:1
4. Schweinehackfleisch und Schabefleisch 1:1
5. Hackfleisch aus Dünnung

Aus den unterschiedlichen Fleischsorten wurden Fleischbällchen hergestellt, die neben 71% Hackfleisch stets 13% Semmelmehl, 13% Wasser und 2,5-3% Kochsalz enthielten. Die Proben wurden im Rohzustand und nach Erhitzung durch Mikrowellen untersucht.

Für die vergleichende Überprüfung des Fleischausgangsmaterials wurden die einzelnen Hackfleischsorten ohne jede Zutat im Rohzustand und nach Erhitzen durch Mikrowellen untersucht.

3.2 METHODIK

3.2.1 Chemische Analyse

3.2.1.1 Wasser und Fettbestimmung

3.2.1.1.1 Reagenzien

1. Quarzsand
2. Blaugel
3. Methylenchlorid

3.2.1.1.2 Probenaufbereitung und Analysendurchführung

In einem Aluschälchen wurde bis zur Tara von etwa 70 g Quarzsand eingewogen und bei etwa 105° C eine Stunde getrocknet bis zur Gewichtskonstanz. Die Schale wurde über Blaugel bei Raumtemperatur abgekühlt und auf der Analysenwaage das exakte Gewicht bestimmt.

Etwa 5-8 g im Multimix zerkleinertes Probengut wurde in die Schale gegeben und mit dem Elefantenfuß gleichmäßig zerrieben. Bei etwa 105° C wurde das mazerierte Material 5 Stunden lang getrocknet. Die Schale wurde nun über Blaugel abgekühlt und erneut auf der Analysenwaage ausgewogen.

Für die Fettbestimmung wurde der Inhalt des Aluschälchens durch einen Pulvertrichter in eine Extraktionshülse gegeben, mit Watte nachgewischt und mit dieser die Hülse verstopft. Mindestens 4 Stunden wurde in einem Extraktionsapparat nach Soxhlet extrahiert. Nach dem Extrahieren wurden die Kolben 5 Stunden im Ofen bei 105° C getrocknet, über Blaugel abgekühlt und zurückgewogen.

3.2.1.1.3 Berechnung

Der Wassergehalt berechnet sich unter Berücksichtigung der eingewogenen Probenmenge aus der Gewichtsdifferenz nach dem ersten Trocknungsgang.

Der Fettgehalt ergibt sich aus der Gewichtsdifferenz nach dem ersten und dem zweiten Trocknungsgang.

3.2.1.2 Stickstoff- und Hydroxyprolinbestimmung

Die Stickstoff- und Hydroxyprolinbestimmung wurde mit Hilfe eines Autoanalyzers (Firma Technikon GmbH Bad Vilbel) nach dem Prinzip der Durchflußanalyse mit Luftsegmentierung durchgeführt. Der Untersuchungsgang richtete sich daher weitgehend nach den Herstellerangaben (Methode nach STEGEMANN 1967), welche sich an die Methode nach MÖHLER und ANTONACOPOULOS anlehnt (WYLER 1972).

3.2.1.2.1 Reagenzien

*1. Puffer pH 6: Zitronensäure H_2O 150 g
Na-Acetat wasserfrei 450 g
n-Propanol 1450 ml in
2500 ml H_2O
Propanol erst nach dem Auflösen der anderen Substanzen zugeben, mit H_2O auf 5 l auffüllen und mit konz. NaOH auf pH 6 einstellen. Vor Gebrauch schütteln.

*2. Waschlösung für die Proben: $6nH_2SO_4$

*3. Helix-Verdünnung: reines Aqua dest.

*4. Brij Wasser: Brij 35,4 ml
Aqua dest 2000 ml

5. Natrium-Kalium Tartrat: $NaKC_4H_4O_6$ $4H_2O$, 5 g in 400 ml H_2O, 30 g NaOH in 200 ml H_2O gelöst, vermischt und auf 1000 ml aufgefüllt.

6. Natriumhypochlorit: NaOCl, 5%ig

7. Schwefelsäure 95-98%ig (Merck Nr. 748)

*8. Chloramin T-Reagens: Chloramin Trihydrat 4,23 g Puffer pH 6; 270 ml,
Aqua dest. 600 ml,
Brij 1,5 ml

*9. Farbreagens (für 10 Proben): p-Dimethylaminobenzaldehyd 1,5 g
n-Propanol 12,5 ml
Perchlorsäure 60% 5,2 ml
erst am Tage der Verwendung herstellen.

10. Natriumsalicylatlösung: 55 g Na-Salicylat in 150 ml Aqua dest.
mit 7,5 g NaOH in 10 ml H_2O vermischt
zusammen auf 250 ml mit H_2O aufgefüllt

10a. Natriumnitroprussid: 175 mg Natriumnitroprussid auf 10 ml H_2O auffüllen,
auf jeweils 100 ml Salicylatlösung (10.) 1 ml Natriumnitroprussid geben.

*11. Hydroxyprolinstammlösung: 50 mg käufliches Hydroxyprolin, 20 mg Natriumäthylmercurithionsalicylat auf 1000 ml aufgefüllt

*12. Hydroxyprolinzwischenverdünnung: 50 ml Hydroxyprolinstammlösung werden auf 500 ml mit dest. Wasser verdünnt. Testlösungen:
10 ml Zwischenverdünnung auf 100 ml: 2 ml enthalten
1 Mikrogramm Hydroxyprolin
20 ml Zwischenverdünnung auf 100 ml: 2 ml enthalten
2 Mikrogramm Hydroxyprolin

* für OH-Prolin-Analyse

3.2.1.2.2 Probenaufbereitung und Analysendurchführung für die Hydroxyprolin- und Stickstoffbestimmung

4 g homogenisierten Probenmaterials wurden auf 0,01 g genau im 100 ml Schliffkolben eingewogen. Nach Hinzugeben von einer

Spatelspitze Sand wurde das Gemisch mit ca. 40 ml 6n (etwa 30%ig) Schwefelsäure versetzt. Der mit Alufolie verschlossene Kolben wurde bei 105° C sieben Stunden im bereits vorgeheizten Ofen inkubiert. Nach dem Abkühlen wurde der Inhalt bis zur Marke mit Aqua dest. aufgefüllt, die Lösung in einen 100 ml Erlenmeyerkolben filtriert und mit Alufolie verschlossen. Dieses Material diente als Ausgangslösung für die Autoanalyse auf Stickstoff und Hydroxyprolin.

Gemäß Herstelleranweisung wurden die Ansaugschläuche des Autoanalyzers mittels eingeschalteter Pumpe und Helixpower mit Aqua dest. durchgespült und darauf die Schlauchenden in nachstehender Reihenfolge an die Reagenzien angeschlossen.

a) Waschlösung für die Proben
b) Dest. Wasser
c) Brij-Wasser
d) Natriumtartrat-Wasser
e) Natriumhypochlorit
f) Schwefelsäure
g) Chloramin-T-Lösung

nach 12 Minuten:

h) Paradimethylaminobenzaldehyd
i) Nitroprussidnatrium

Nach Einschalten der Fotometerlampen und des automatischen Schreibers erfolgte nach 45 Minuten Einlaufzeit die Analyse der Standards und der Proben.

3.2.1.2.3 Reaktionzprinzip für die Hydroxyprolinbestimmung im Autoanalyzer

Im stark verdünnten Reaktionsgemisch wurde das durch die Schwefelsäurehydrolyse freigesetzte Hydroxyprolin im Citrat-Acetat-Puffer mit Chloramin-T oxydiert. Als Oxydationsprodukte entste-

hen Pyrrolkörper, die mit dem jetzt zugesetzten p-Dimethylaminobenzaldehyd für etwa 30 Minuten einen stabilen roten Farbstoff bilden, wenn die Reaktion bei 60° C im Wasserbad abläuft. Eine fotometrische Farbintensitätsmessung erfolgte bei 560 nm. Mit Hilfe einer gleichzeitig und unter identischen Bedingungen aufgenommenen Eichkurve fand die Auswertung statt.

3.2.1.2.4 Berechnung des Hydroxyprolins

Kollagensubstanz enthält den recht konstanten Anteil von 12-13% Hydroxyprolin, bezogen auf das Protein (ARNETH und HAMM 1970 und 1971, HAMM 1972, KOTTER et al. 1956, WYLER 1972). Hieraus ergibt sich folgende Formel zur Berechnung des Bindegewebsgehaltes (Amtl. Sammlung § 35 L06,00-8 8,3)

$$w = \frac{12{,}5 \cdot x}{m \cdot V}$$

w = Hydroxyprolingehalt in g/100 g Probe
V = Volumen des Hydrolysates, das als Ausgangslösung für die Autoanalyse verwendet wurde in ml
x = Hydroxyprolinkonzentration, aus der Eichkurve abgelesen, in µg/ml des im Autoanalyzer verdünnten Hydrolysates.
m = Probeeinwaage in g

Die Umrechnung in prozentuale Anteile errechnet sich daher nach der Formel

$$\frac{\text{OH-Prolin} \cdot 100}{\text{Gesamteiweiß}} = \text{\% Bindegewebseiweiß im FE}$$

3.2.1.2.5 Reaktionsablauf für die Stickstoffbestimmung im Autoanalyzer

Die Bestimmung erfolgte nach dem Prinzip einer Farbreaktion, wobei Natriumsalicylat mit Natriumdichlorisocyanurat und Nitroprussidnatrium mit Ammoniak im alkalischen Milieu unter Bildung eines grünen Farbkomplexes reagiert. Die Farbintensität verhält sich proportional zur Ammoniakkonzentration und wird bei 660 nm Wellenlänge gemessen.

Die Arbeitsanleitung zur Analyse ist wegen der gemeinsamen Bestimmung im Autoanalyzer zusammen mit Hydroxyprolin unter 3.2.1.2.2 beschrieben. Im einzelnen liefen im Autoanalyzer für die N-Bestimmung folgende Reaktionen ab: Im Digestor mit dest. Wasser verdünnte Aufschlußsäure wurde nochmals verdünnt, mit K-Na-Tartrat versetzt und gemischt. Es wurde anschließend Natriumdichlorisocyanurat zugefügt. Nach Zugabe von Natriumsalicylat durchfloß die Probe ein Wärmebad, das eine Temperatur von 37° C hielt. Anschließend erfolgte die Messung der grünen Lösung bei 660 nm in Colorimeter.

3.2.1.2.6 Berechnung des Eiweißgehaltes

Als Standard für die Proteinbestimmung mit dem Autoanalyzer fand eine Jagdwurst Verwendung, deren Hydroxyprolingehalt manuell nach STEGEMANN (1967) mehr als 15 mal und der Stickstoffgehalt im Kjedahlverfahren mehr als 20 mal ermittelt worden war.

Mit Hilfe dieses Standards wurde die Signalhöhe auf dem Protokoll ausgewertet. Die so erhaltenen Stickstoffwerte mit dem Faktor 6,25 multipliziert ergeben das Rohprotein.

3.2.1.3 Stärkebestimmung

3.2.1.3.1 Reagenzien

1. Alkoholische KOH: KOH in wenig H_2O lösen, mit Alkohol auf 200 ml auffüllen.
2. 25% HCl
3. Äthylalkohol (abs.)
4. Kieselgur

3.2.1.3.2 Probenaufbereitung

Die Arbeitsanweisung wurde nach BEYTHIEN und DIMAYR (1972) mit der Methode von GROSSFELD (1921) und MAYRHOFER (1896) durchgeführt.

5 g zerkleinertes Probenmaterial wurde im Becherglas eingewogen und 50 ml alkoholische KOH zugegeben. Unter häufigem Umschwenken wurde im Wasserbad solange erhitzt, bis alle Fleisch- und Fettpartikel in Lösung gingen. Anschließend wurde über eine G_1Fritte filtriert und mit Äthylalkohol solange nachgewaschen, bis das Filtrat farblos ablief. Nach vollständigem Abtropfen wurde die Stärke aus dem Frittentiegel in ein 100 ml Kölbchen mit 25%iger HCl überspült. Sobald sich alle Stärke gelöst hatte, wurde eine Messerspitze Kieselgur in das Kölbchen gegeben und mit 25%iger HCl. bis zur Marke aufgefüllt, durch ein trockenes Filter filtriert und das Filtrat im 200 mm Rohr polarisiert. Die Messung mußte unmittelbar nach der Auflösung der Stärke durchgeführt werden, um exakte Werte zu erhalten.

3.2.1.3.3 Berechnung

Im 200 mm Polarisationsrohr entspricht je ein Kreisgrad 0,99% Stärke.
% Stärke ≙ Teilstriche x 0,99 x 5 + Nullwert
Nullwert: 0,09
Das Merkmal "Weichbrot" berechnet sich aus Stärke x 2.

3.2.1.4 Kochsalzbestimmung

3.2.1.4.1 Reagenzien

1. Quecksilbernitrat 0,1n
2. Indikator 0,05 g Bromphenolblau, 100 ml Alkohol 96%.
3. etwa 0,1n HNO_3

3.2.1.4.2 Probenaufbereitung

Die Aufbereitung erfolgte nach § 35 L 06,00-5 der Amtl. Sammlung für Untersuchungsverfahren, modifiziert nach Laborerfahrungen des Instituts für LM-Hygiene FU Berlin. 10 g homogenisierte Fleischklöße wurden in einen 200er Maßkolben gegeben, etwa 100 ml kochendes Wasser zugefügt, eine Stunde am Siedepunkt gehalten, abgekühlt und aufgefüllt. Nach Filtration durch ein Kieselgurfilter wurden 25 ml des Filtrates mit 12 Tropfen Indikator versetzt, durch Zugabe 0,1n HNO_3 auf Gelbumschlag (pH 3,6) eingestellt und mit der Titrierlösung auf einen deutlich violetten Farbton titriert.

3.2.1.4.3 Berechnung

Bei Einsatz einer 0,1n $Hg(NO_3)_2$ entspricht der titrierte Wert mit 0,46768 multipliziert dem prozentualen NaCl-Gehalt.

3.2.2 Histometrische Untersuchung

Die Probenaufbereitung und Färbung sowie die histometrische Untersuchung orientierte sich an der Arbeitsanweisung L 06,00-13 der amtlichen Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 35 LMBG.

3.2.2.1 Reagenzien und Rezepturen

1. Na-Alginat: 40g Na-Alginat (Firma Fluka Best.Nr. 71240) im Wasser bei 45° C bis zum Auflösen einrühren, im Kühlschrank aufbewahren, für Gebrauch honigflüssig erwärmen.
2. $CaCl_2$Formalin 4,6%: 210 g $CaCl_2$
   300 ml 40% Formaldehyd,
   2100 ml Aqua dest.
3. Eiweißglycerin aus Frischei: Eiklar und Glycerin zu gleichen Teilen gut mischen, anschließend im Kühlschrank filtrieren. Zum Filtrat Thymol, 1 Kriställchen pro 50 ml geben.
4. Carmalaun: 200 ml Aqua dest. erwärmen,
   10 g Kalialaun, Merck Nr. 1047
   über Nacht stehen lassen,
   filtrieren,
   0,2 g Salicylsäure oder 1 ml Formol zugeben, 10 Tage bei 37° C reifen lassen,
   1/4 Jahr reifen lassen.
5. Pikroindigokarmin: 8 g Pikrinsäure, Merck Nr. 623, in 100 ml Aqua dest. lösen,
   über Nacht stehen lassen,
   filtrieren,
   0,2 g Indigocarmin, Merck Nr. 4724, zusetzen, 14 Tage reifen lassen,
   vor Gebrauch 1:4 verdünnen.

6. Lugol'sche Lösung: 2 g Jodkalium
in etwa 5 ml Aqua dest. lösen,
1 g Jod zugeben,
mit Aqua dest. auf 300 ml auffüllen.
7. Alkohol 70%,90%, 96%, absoluter Alkohol
8. Xylol
9. Entellan, Merck Nr. 7961.

3.2.2.2 Probenaufbereitung

Das im Starmix (Braun MX 92) mit Methylenchlorid entfettete Probenmaterial wurde durch Leinentücher abgefiltert, mit Na-alginat vermengt und zu 3-5 Kugeln von etwa 1,5 cm Durchmesser geformt. Anschließend wurde die Masse in $CaCl_2$-Formalin gegeben und dort bei etwa 40° C aufbewahrt. Nach 24-stündiger Fixation und Härtung wurden auf dem Kryostat OT (Bright Instruments, Huntingdon) histologische Schnitte hergestellt. Für jede Probe wurden stets drei Schnittebenen von drei verschiedenen Kugeln angelegt, aus denen bei -18 bis -22° C 28 Präparate von 14 µm Dicke hergestellt wurden. Die weitere Verarbeitung ging folgendermaßen vonstatten:

Jeweils 2 Schnitte wurden auf einen eiweißglycerinbeschichteten Objektträger montiert und anschließend für mindestens 30 Minuten im 43° C Brutschrank inkubiert. Für die darauf folgenden 20 Minuten wurde der Objektträger in das Carmalaunfärbebad gestellt, danach 5 Minuten in fließend Aqua dest.-Bad gewässert und nunmehr für 12 Stunden in Pikroindigocarmin-Färbelösung verbracht. Auch hiernach wurde jeder Objektträger ca. 5 Minuten in Aqua dest. gewässert und dann mindestens 1/2 Stunde im 43° C Brutschrank bis zum vollständigen Trocknen aufbewahrt.

Die Kohlenhydratfärbung erfolgte nun durch Eintauchen für exakt 2,5 Minuten in Lugol'sche Lösung und exakt 3,5 Minuten Wässern in Aqua dest.

Das Entwässern der Schnitte fand statt in der Alkoholreihe 70%, 90%, 96%, absoluter Alkohol, jeweils 7 Minuten pro Bad, anschließend 5 Minuten Xylolbad. Sodann wurden die Schnitte in Entellan eingebettet und mit einem Deckglas abgedeckt.

Die Kernfärbung mit Carmalaun wurde nur bei stärkefreien Schnitten durchgeführt, die Entwässerungszeit in der Alkoholreihe betrug dann einheitlich 5 Minuten.

3.2.2.3 Untersuchungsgang

Die histometrische Auswertung der Präparate erfolgte auf einem Lichtmikroskop mit Pointcount-Einrichtung. Das Mikroskop der Firma Zeiß besaß eine aufgesetzte Glarex-Screening-Scheibe, welche ein ermüdungsfreies Mikroskopieren gestattet. Dabei wurde stets das 10/0,22 Objektiv verwendet. Für die histometrische Analyse war auf dieser Scheibe ein Fadenkreuz aufgetragen. Das Pointcount-Gerät selbst glich der von WEGENER (1962) entwickelten Modifikation. Der Schnitt wurde auf einen Scanningtisch mit einem elektromagnetischen Linearmotor eingespannt, dessen horizontaler Vorschub 1 mm betrug. Repositionierung auf die horizontale Nullstellung sowie vertikaler Vorschub erfolgten manuell. Als waagerechter Abstand wurde 1 mm und als senkrechter 1,5 mm gewählt. Der elektromagnetische Transport war über ein Bedienungspult an vier Druckkontakte gekoppelt, wovon drei an ein Zählwerk angeschlossen waren, der vierte diente dem Vorschub ohne Zählung. Auf diese Weise konnte der Objektträger in einem Kammuster durchfahren werden, wobei die verschiedenen unter dem Fadenkreuz befindlichen Gewebskomponenten durch Zuordnung zu je einer Drucktaste gesondert erfaßt und als "Trefferpunkte" gezählt wurden. In Fällen, in denen kein "Gewebstreffer" erzielt wurde, erfolgte der Probenvorschub ohne Zählung vermittels der Leertaste.

Aus diesen Vorgaben resultierte pro Objektträger mit 2 Schnitten eine Mindestzahl von 250 Gewebstreffern.

Der Zählvorgang wurde bei sämtlichen Objektträgern mit 2 Schnitten nach etwa 250 Gewebstreffern abgebrochen, sodaß für jede Probe bis zum Erreichen der vorgegebenen Gesamttrefferzahl von 2500 Punkten 20 Schnitte auf 10 Objektträgern untersucht werden mußten.

3.2.2.4 Berechnung

Aus der Trefferzahl der Komponenten Muskulatur und Bindegewebe der Probe wurde das prozentuale Verhältnis zur Gesamttrefferzahl als arithmetisches Mittel errechnet. Da eine Binominalverteilung unterstellt werden kann, errechnet sich die Standardabweichung nach der Formel

$$s = \sqrt{\frac{\% \text{ Bindegewebe} \cdot \% \text{ Muskulatur}}{\text{Gesamttreffer}}}$$

Neben diesem theoretischen Streuungswert ergibt sich die empirische Streuung zwischen den jeweils 20 Schnitten einer Probe aus der Formel

$$s = \sqrt{\frac{\Sigma (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} \quad .$$

3.2.2.5 Probenauswahl

Von jeder Probe waren mehrere Fleischklößchen von ca. 50 g Gewicht hergestellt worden. Zwei davon fanden für die chemische Analyse in Form einer Parallelbestimmung Verwendung, das restliche Material lieferte auch nach dem Entfetten und Homogenisieren im Starmix genug Masse um die notwendige Anzahl histologischer Schnitte herzustellen.

Bei der Herstellung histologischer Präparate wurden immer 2 Objektträger als Kontrolle für diese Kohlenhydratfärbung nur nach Calleja gefärbt, um auszuschließen, daß mischfarbige Kohlenhydratteile als Bindegewebe gezählt wurden und damit das Pointcountergebnis verfälschten.

Zusätzlich wurden stets 4 Schnitte im Überschuß angefertigt, um für den Fall des Loslösens kleiner Gewebspartikel die betreffenden Objektträger aussortieren zu können. (Abgelöste Partikel waren häufiger Bindegewebsteile, ihr Anteil fiel indessen sehr gering aus und lag in einem Bereich, der jeder herkömmlichen histologischen Präparationstechnik entsprach.)

Eine gewisse Verschiebung der Muskulatur-Bindegewebs-Relation ist dennoch nicht vollständig auszuschließen. Weit nachteiliger auf die Probenhomogenität wirkt sich die hohe mechanische Resistenz des Bindegewebes aus. Gerade bei Verwendung von sehnenreichem Material lassen sich hier Verzerrungen der Ergebnisse als Folge einer heterogenen Materialstruktur nicht ausschließen.

3.3 Zur Entwicklung der Färbetechnik für die histometrische Untersuchung; Vorversuche I-IV

Die quantitative histometrische Bestimmung der Bindegewebs/Skelettmuskelrelation erfordert eine Differentialfärbung, bei der sich diese beiden Komponenten farblich unterscheiden lassen. Die Callejafärbung erfüllt die genannten Bedingungen, doch besteht für Erzeugnisse mit Cerealienzusatz die Tendenz, daß stärkehaltige Zellverbände einen hellgrünen, der Skelettmuskulatur ähnelnden Farbton annehmen. Wegen der geringen tinktoriellen Differenz können sie zumindest teilweise beim Pointcount-Vorgang als Muskulatur mitgezählt werden.

Vorversuch I: Hydrolyse von Stärken im histologischen Schnitt

In einem ersten Ansatz sollte diese Fehlerquelle durch enzymatische Hydrolyse der Kohlenhydrate im aufgezogenen Schnitt ausgeräumt werden. Dazu wurden die Präparate verschiedener Industrieerzeugnisse zunächst mehrere Stunden mit α-Amylase (2 IU/ml, 40 IU/ml, 200 IU/ml, 300 IU/ml) inkubiert. Hierbei gelangten sowohl mikrobiell gewonnene wie auch Pancreas-α-Amylase zum Einsatz. Nach mehr als 4 Stunden war eine ausreichende Schnitthaftung nicht mehr gewährleistet und darüberhinaus lag ein schlechter Bildkontrast vor.

Um einer Produkthemmung des Enzyms entgegenzuwirken, wurde Hefe zum Abbau der entstandenen Glucose zugefügt (0,5 g Hefe/ 100 ml). Diese Modifikation verbesserte zwar das Ergebnis, es blieben jedoch grüngefärbte "Nichtmuskulatur"- Teile zurück.

Weiterhin wurden diese Schnitte mit Amyloglucosidase (AGS), welche bei einem Temperaturoptimum von 60° C die 1,6-Bindungen der Polysaccharide spaltet, überschichtet oder im Eintauchverfahren behandelt. Letztgenannte Technik verbesserte zwar die Haftung der Schnitte, der Kontrast blieb jedoch auch hier mangelhaft. Die im übrigen wie mit α-Amylase durchgeführten Versuche führten zu keinem befriedigenden Ergebnis.

Um sicherzustellen, daß die Ergebnisse nicht von der Art des Bindemitteltyps abhängen, wurde "Faschola" als industriell verwendetes und Semmelmehl für die nach Kochbuchrezepturen hergestellten Bouletten verarbeitet. Ferner wurden Industriebouletten einbezogen. In allen Fällen wurde einerseits das homogenisierte Ausgangsmaterial wie auch der montierte Schnitt einer Enzymlösung ausgesetzt. Auch hier vermochten die Ergebnisse nicht zu befriedigen. Möglicherweise führte die Wärmebehandlung bei der küchenmäßigen Zubereitung von Hackfleischprodukten zu molekularen Veränderungen, was die Spaltbarkeit gewisser Stärkeanteile herabsetzte. Auch die thermische Polymerisation bei wärmebedingter Degradation von Zuckerstoffen ist ein bekanntes Problem (SUGISAWA und EDO 1966). Darüberhinaus kann der färberisch störende Eiweißanteil der Bindemittel ohnehin nicht durch Amylasen eliminiert werden.

Als Alternative zu kohlenhydratspaltenden Enzymen können auch Säuren und Laugen die Spaltung der Kovalenzbindung durch die Reaktion mit Wasser in der 1,4 und 1,6 Bindung bewirken (AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS 1962, SCHORMÜLLER 1974). Jedoch besteht keine Substratspezifität. Der praktische Einsatz beschränkt sich überwiegend auf verdünnte Säuren und Laugen, weil sonst zuviele Peptidbindungen des Untersuchungsmaterials hydrolysiert würden, und sich die Anordnung der OHGruppen soweit veränderte, daß eine Färbung nicht mehr möglich ist.

Bei Verwendung von 10%iger HCl war zwar eine gute Haftung der Schnitte gegeben, es trat jedoch ein Verlust an Farbkontrast ein. Zudem wurde von AGNISCHOCK (1966) bereits bei Behandlung mit 0,03n HCl eine Verringerung des Bindegewebe-Volumens in erhitztem Untersuchungsmaterial festgestellt.

Auch Zitronensäure erbrachte keine nennenswerten Vorteile bei der Kohlenhydratauflösung. Ameisensäure führte bei Konzentrationen von mehr als 3% zur Ablösung der Schnitte, während bei 3% weder der färberische Kontrast noch die Kohlenhydratauflösung befriedigen konnten.

Zwar wird in der chemischen Analyse 0,1n NaOH erfolgreich zum Aufschluß der Kohlenhydrate verwendet, erwartungsgemäß ließ sich jedoch nach Behandlung mit 1n NaOH kein brauchbarer Schnitt mehr herstellen. Die von GASSNER und BOTHE (1973) beschriebene Auflösung von Kohlenhydraten in Chloralhydrat war nicht zu bestätigen.

Vorversuche II-IV: Differentialfärbung von Kohlenhydraten

Möglichkeiten der Kohlenhydratfärbung: Da Kohlenhydrate nicht aus den Schnitten herausgelöst werden konnten, ohne daß die Aufbereitung des Materials entschieden litt, blieb nur noch der - allerdings weniger elegante - Weg, mit Hilfe einer Trichromfärbung die Cerealien neben Skelettmuskulatur und Kollagen selektiv darzustellen. Eine weit verbreitete Methode zur Anfärbung von Stärke als wesentlichem Bestandteil der Cerealien bedient sich des Schiff'schen Reagenz. Eine Oxydation mit Perjodsäure für 5 Minuten verringert den Kreis der nachher mit

Schiff'schem Reagenz reagierenden Substanzen soweit, daß sie mit aller Wahrscheinlichkeit 1,2 Glycolgruppen enthalten und somit zu den Kohlenhydraten gehören. Durch diesen Eingriff ändert sich auch die Struktur der reticulären und elastischen Fasern des Bindegewebes, des Fibrins u.a.m., weshalb auch diese Komponenten vom Schiff'schen Reagenz erfaßt werden (HARMS 1965). Die PAS-Reaktion erschwert damit die quantitativ histologische Arbeit.

Der Einsatz von Fluorescin-Farbstoffen kam für Routine-Untersuchungen wegen der zu aufwendigen Technik nicht in Betracht.

KLEIN (1955) verwendete zum Nachweis von Vegetabilien die WESSELINOFF-Färbung (Polysaccharidreaktion mit fuchsinschwefeliger Säure nach BAUER), die darauf beruht, daß in Schnittpräparaten durch Einwirkung von Chromsäure infolge von Oxydation Aldehydgruppen von verschiedenen Polysacchariden (Stärke, Glycogen, Galaktigen, Tunicin, Cellulose) auftreten,die mit fuchsinschwefeliger Säure die Schiff'sche Reaktion ermöglichen. Er beschrieb jedoch, daß ab 12% Stärkezusatz die grüngefärbte Skelettmuskulatur in den Hintergrund träte. Weil Fleischklöße in vielen Fällen höhere Stärkeanteile enthalten, ist diese Färbung ebenfalls als ungünstig zu bewerten. Nach R. E. GLEGG (zit. HARMS 1965) bringt die Blei-Tetraacetat-Technik bessere Ergebnisse als die PJS-Reaktion bei der Darstellung von Kohlenhydraten in Anwesenheit von Proteinen, weil die endständigen Alkoholgruppen der Aminosäuren Threonin und Serin nicht mitoxydiert werden. Allerdings zersetzt sich die farbgebende Komponente in wässriger Lösung zu PbO_2 (Bleisuperoxyd) wodurch eine Nachfärbung nach Calleja nicht möglich ist. Das Verfahren nach GRAUMANN (ROMEIS 1968) sieht vor, daß nach einem Essigsäurebad die Kohlenhydrate durch Bleitetraacetat in Essigsäure oxydiert werden, um im Anschluß an ein Spülbad in Wasser die Reaktion mit Schiff'schem Reagenz vorzunehmen. Durch die Essigsäurebehandlung würde aber die Callejafärbung zerstört, wenn die Kohlenhydratdarstellung den letzten Schritt bildet.

In der Wursthistologie kommt der Kohlenhydratfärbung mit Lugol'scher Lösung große Bedeutung zu (ALTS 1967, BGA 1982).

Durch die unzureichend standardisierte Methodik - insbesondere durch Überschichten der Schnitte mit Jodjodkalium - tritt jedoch immer wieder partielle Überfärbung auf. Prinzipiell ist es möglich, jeden Stoff mit jeder Färbung zu überfärben (DÖRING 1976). Es bestand also die Notwendigkeit, eine Rezeptur mit Lugol'scher Lösung zu entwickeln, welche im Anschluß an die Calleja-Färbung durchgeführt werden konnte. Zusätzlich bietet J2 den Vorteil, daß Polysaccharide in pflanzlichen Proteinen eine stärkere Farbreaktion zeigen als in Fleischproteinen, was die gleichzeitige Identifikation von pflanzlichen Fremdeiweißen erleichtert (SUZUKI-CHO et al. 1977). Versuche mit Kaliumjodid verschiedener Konzentrationen, unterschiedliche Wässerungszeiten und Variationen der Verweilzeiten in den Alkoholbädern steigender Konzentrationen führten schließlich zu brauchbaren Ergebnissen nach dem unter 3.2.2.2 angegebenen Verfahren. Hier wiesen bei unerheblicher Aufhellung des Gesamtfarbeindruckes der Calleja-Färbung die Komponenten Kohlenhydrat, Bindegewebe und Skelettmuskulatur im mikroskopischen Bild gute Kontraste auf. Die Grünfärbung der Skelettmuskelteile ließ sich noch besser herausarbeiten, wenn die Kernfärbung mit Carmalaun unterblieb. Für die histometrische Untersuchung von Hackfleischprodukten war dieser Schritt der ohnehin aufwendigen Technik durchaus erläßlich.

Der Einfluß der Färbeprozedur auf den möglichen Verlust von Gewebspartikeln wurde überprüft, indem die Färbelösungen nach Gebrauch abgefiltert wurden. Herausgelöste und im Filter befindliche Partikel waren ebenso selten wie bei der herkömmlichen Calleja-Prozedur ohne Zusatzfärbung. Zuvor war aber die Haftung durch Aufziehen der Schnitte mit Eiweißglycerin und anschließend 15 Minuten Trocknung bei 40-50° C deutlich gegenüber dem mehrtägigen Trocknen bei Zimmertemperatur verbessert worden.

4. ERGEBNISSE

4.1.1 Vorversuch II und III

Die in histologischen Schnitten unterschiedlicher cerealienhaltiger Hackfleischerzeugnisse mit der Jodjodkalium-Färbung erzielten Ergebnisse lassen sich folgendermaßen zusammenfassen: Zeigten die Kohlenhydratanteile der Schnitte mit der bisher am Institut für Lebensmittelhygiene der FU Berlin angewendeten Färbung oftmals ein schwarzes Aussehen, kann mit der für diese Arbeit entwickelten Trichromfärbung ein hell- bis dunkelviolettes Aussehen erzielt werden, das je nach Schnittdicke und Kohlenhydratqualität leicht variiert. Überfärbungen sind damit weitgehend ausgeschlossen.

4.1.2 Vorversuch IV

Im Vorversuch IV werden vergleichende histometrische Bestimmungen des Bindegewebsgehaltes an Calleja-gefärbten Schnitten mit und ohne Spezialfärbung der Kohlenhydratkomponente durchgeführt. Es ergibt sich, daß der im Rohprodukt histometrisch ermittelte Bindegewebsgehalt bei Anwendung einer Stärkefärbung deutlich höher liegt als ohne Spezialfärbung. Ermittelt wurden mit der Trichromfärbung 12,8% Bindegewebsanteil, während der entsprechende Wert bei ausschließlicher Calleja-Färbung nur 10,5% betrug. Wie die Säulenhöhe der Abbildung 1 veranschaulicht, existiert eine noch stärkere Abhängigkeit von der Färbetechnik im erhitzten Material, wo 13,2 Vol% Kollagen bei der Kaliumjodid-Calleja-Färbung 9,7 Vol% Kollagen für eine Färbung ohne Lugol'sche Lösung gegenüberstehen.

Die histometrischen Vergleichsuntersuchungen der Fleischmasse ohne Kohlenhydrate erbringen einen deutlich höheren Bindegewebsgehalt. Gleichzeitig ist die Spezialfärbung hier bedeutungslos, weil sich in cerealienfreien Produkten das Anfärben der Kohlenhydrate erübrigt.

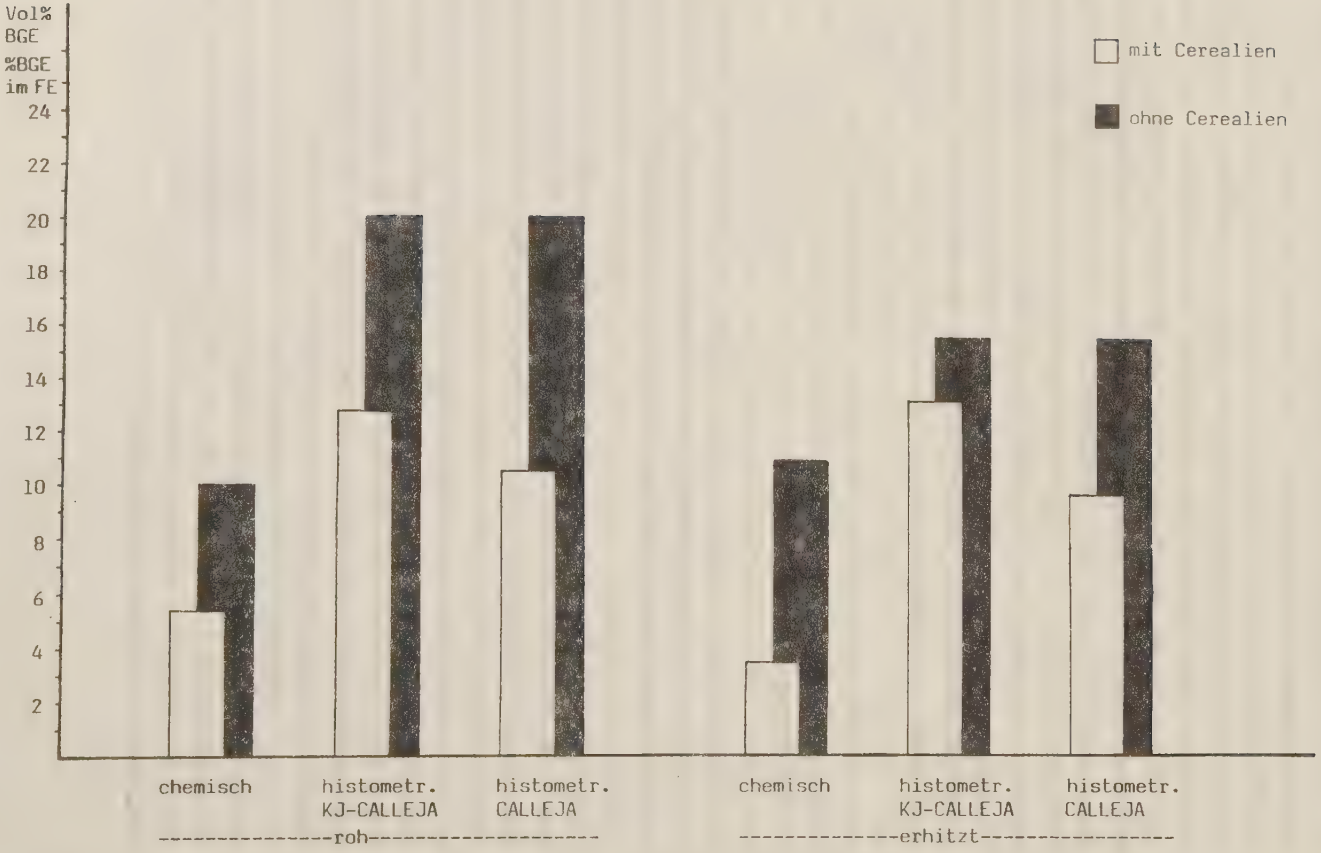

ABBILDUNG 1 GEGENÜBERSTELLUNG DER CHEMISCH UND HISTOMETRISCH (MODIFIZIERTE K-JODID CALLEJA UND CALLEJA FÄRBUNG) ERMITTELTEN BINDEGEWEBSANTEILE IN HACKFLEISCH.

Aber auch auf die chemische Bindegewebsbestimmung (BGE im FE) wirkt sich der Streckmittelzusatz aus. Sowohl im rohen wie auch im erhitzten Material besitzen die cerealienhaltigen Proben einen scheinbar geringeren Bindegewebsgehalt.

4.2 HAUPTVERSUCHE

4.2.1 Chemisch ermittelte Ergebnisse

4.2.1.1 Chemische Ergebnisse bei verschiedenen Erhitzungsmethoden (Versuch A)

Gemäß Abb. 2 ruft keine der drei überprüften Erhitzungsarten eine markante Änderung des Bindegewebsgehaltes hervor. Gegenüber dem Rohmaterial kommt es meist zu einem geringen Bindegewebsschwund, lediglich bei den in siedendem Wasser gegarten cerealienfreien Bouletten nimmt der Kollagengehalt leicht zu. Bei dieser feuchten Erhitzungsform fällt weiterhin eine deutliche Differenz zwischen der cerealienhaltigen und der cerealienfreien Probe auf, die absolut 3,5% beträgt. Für die anderen zwei Zubereitungsweisen belaufen sich die Unterschiede zur Rohware für die cerealienhaltigen Erzeugnisse auf maximal 1,4% Hydroxyprolinbindegewebe, während sie für das cerealienfreie Material 0,9% nicht überschreiten. Die Eiweißanteile liegen in den erhitzten Proben stets höher als in den rohen und wegen des Verdünnungseffektes in den cerealienhaltigen Hackfleischprodukten niedriger als in den cerealienfreien.

Für die Mikrowellenbehandlung kann zusätzlich der Versuch mit verschiedenen Bindemitteln in die Betrachtung einbezogen werden (Abb. 3). Auch hier läßt sich kein eindeutiger Trend erkennen. Der Kollagengehalt ist in erhitzten cerealienfreien Proben 0,6% höher als in entsprechenden Rohprodukten, in semmelmehlhaltigen erhitzten Proben dagegen um 0,3% niedriger. Unter Berücksichtigung sämtlicher fünf cerealienhaltigen Rezepturen nimmt der Bindegewebsanteil durchschnittlich um 0,4% gegenüber dem Rohmaterial zu.

Bei gleichgroßen Stärkezusätzen wird der höchste Stärke i.T. Wert, nämlich 23,74%,nach Erhitzung in siedendem Wasser, zusammen mit dem höchsten Wassergehalt (64,2%) und dem geringsten Fettanteil (20,80%) ermittelt. Die Fettanteile steigen dann über die Mikrowellenerhitzung (26,3%) und das Sautieren (28,2%) bis zum unbehandelten Rohprodukt an, das mit 31,9% den höchsten Wert aufweist. Auch die Verhältniszahl Stärke i.T.: Fleischeiweiß zeigt eine geringe Konstanz, sie schwankt sogar mehr als die Stärke i.T. Werte. Einheitlicher erweist sich das Verhältnis Stärke: Fleischeiweiß (Tab. 4), allerdings nicht bei verschiedenen Bindemitteln (Tab. 5).

4.2.1.2 Chemisch ermittelte Ergebnisse bei Verwendung unterschiedlicher Binde- und Streckmittel (Versuch B)

Im Rohmaterial bewirkt unter allen fünf überprüften Rezepturen die Verwendung von Vollei mit Semmelmehl die stärkste Verminderung (6,0% absolut) des Bindegewebsanteils im Vergleich zum bindemittelfreien Produkt (Abb. 3). Es folgen Semmelmehl mit Zwiebel, eingeweichtes Brötchen, dann "Faschola" und Semmelmehl mit einer absoluten Differenz von 1,8%. Eine Mikrowellenerhitzung nivelliert die Unterschiede weitgehend. Das Verhalten der Kollagenanteile in erhitzten und unerhitzten Proben zeigt sich insoweit nicht konform, als nur bei den cerealienfreien und semmelmehlhaltigen Proben die Wärmebehandlung den analytisch erfaßbaren Kollagenanteil vermindert, was sich aus Abbildung 3 ablesen läßt.

Bei den übrigen Versuchen mit unterschiedlichen Erhitzungsformen und verschiedenen Fleischqualitäten erniedrigt die Verwendung von Binde- und Streckmitteln den relativen Bindegewebsanteil in erhitzten Hackfleischerzeugnissen, und zwar durchschnittlich um 1,7%.

Simultane Semmelmehl und Volleiverarbeitung besitzt auch hier den deutlichsten Effekt.

Sämtliche Binde- und Streckmittel senken ihrer substantiellen Beschaffenheit gemäß den Eiweißanteil (Tab. 5). Ein rela-

tiv hoher Proteingehalt - insbeondere nach Erhitzung - findet sich bei "Faschola" - Verwendung (Tab.5).

Der größte Wassergehalt im rohen Material tritt bei Verarbeitung von eingeweichtem Brötchen auf, und verbindet sich mit dem niedrigsten Stärke i.T. Wert (9,5%). Mit steigendem Stärkeanteil folgen Semmelmehl mit Ei und Semmelmehl mit Zwiebeln, wo der höchste Stärke i.T. Anteil mit 22,7% festgestellt wird. Am geringsten ist demgemäß der Wasseranteil - natürlich mit Ausnahme der cerealienfreien Probe - bei Semmelmehlzusatz. Insgesamt liegt der Wassergehalt zwischen 66,3% und 59,6% und der Stärkeanteil i.T. zwischen 9,5% und 22,7% i.T. bzw. 3,2% und 9% bezogen auf das Feuchtgewicht. Es sei hier vermerkt, daß die Ergebnisse der Stärkebestimmung auch in den anderen Versuchen trotz gleichmäßiger Zusatzmengen starke Schwankungen aufweisen (Tab. 5, vgl. Tab. 4 und 6).

Im erhitzten Material (Mikrowelle) wird der höchste Wasseranteil im Produkt mit Semmelmehl und Zwiebel - zusammen mit den höchsten Stärke i.T. Wert (23,94%) - gefunden, gefolgt von Semmelmehl, eingeweichten Brötchen sowie Semmelmehl mit Ei. Der geringste Wasseranteil findet sich bei Verwendung von "Faschola". Damit beträgt die Spannweite des Wassergehaltes im erhitzten Material 54,5% bis 48,6% und die des Stärkeanteiles i.T. 13,9% bis 23,9% bzw. 3,0% bis 10,9% bezogen auf das Feuchtgewicht (Tab. 5).

Dem unterschiedlichen Wassergehalt entsprechend variiert auch der Fettanteil i.T. bei der Rohware. Höhere Fettgehalte werden häufiger in Proben mit geringeren Stärkeanteilen gefunden (Tab. 4).

4.2.1.3 Chemisch ermittelte Ergebnisse bei verschiedenen Fleischqualitäten (Versuch C)

Unabhängig von Erhitzungsform und Cerealienzusatz läßt sich mit wenigen Ausnahmen zwischen dem Bindegewebsanteil des verwendeten Fleisches und dem Bindegewebsgehalt der zubereiteten Proben ein deutlicher Zusammenhang feststellen. Dabei liegen die rela-

tiven Kollagenanteile im cerealienhaltigen Material stets tiefer als in den cerealienfreien Vergleichsproben (Abb. 8, vgl. Abb. 4), was die Ergebnisse der vorhergehenden Versuche bestätigt (Abb. 2 und 3).

Nur mit wohl eher zufälligen Ausnahmen wird bei den sechs verschiedenen Fleischqualitäten nach dem Erhitzen von cerealienfreiem Material ein höherer Bindegewebsgehalt als im Rohzustand festgestellt. Dagegen sinkt der relative Kollagenanteil gegenüber dem nativen Produkt, wenn streckmittelhaltige Produkte erhitzt werden. Diese Tendenzen zeichnen sich, bis auf die offenbar heterogen strukturierten Rinderdünnungsproben, in allen Versuchen deutlich ab (Abb. 8). An den Profilen der Bindegewebsanteile läßt sich allerdings kein systematischer Einfluß des Kollagengehaltes auf die Faktorenkombinationen roh/erhitzt oder cerealienfrei/cerealienhaltig, erkennen.

Betrachtet man die Proben im einzelnen, so wird der höchste Bindegewebsgehalt bei Verwendung von Rindergehacktem gemessen (cerealienfreies Rohprodukt und erhitztes cerealienhaltiges Produkt 17,4 bzw. 15,8% Bindegewebe im FE). Die Kollagenanteile sinken dann in der Reihenfolge der Mischungen 50% Rindergehacktes/50% Schweinegehacktes, 50% Rindergehacktes / 50% Schabefleisch, 50% Schweinegehacktes / 50% Schabefleisch, und erreichen bei Schabefleischverwendung die niedrigsten BGE i. FE Werte mit 6,8% (erhitzt, mit Cerealien) und 6,0% (roh, mit Cerealien) (Abb. 8). Der prozentuale Bindegewebsgehalt von Dünnung liegt meist zwischen der Mischung Schabefleisch/Schweinegehacktes und Schabefleisch, besitzt aber wegen seiner ausgeprägten Streuung wenig Aussagekraft.

Mit 73,3% findet sich der höchste Wassergehalt im rohen Schabefleisch ohne Cerealien, der geringste in Rinderdünnung mit Cerealien, erhitzt. Die Stärkeanteile i.T. lassen keine deutlichen Tendenzen erkennen, niedrige Werte treten häufiger bei hohen Fettanteilen auf, wobei die Fettanteile in erhitzten Proben geringer ausfallen. Produkte gleicher Fleischqualitäten mit Streck- und Bindemittel weisen gegenüber der negativen Kontrolle wegen des Verdünnungseffektes einen geringeren Fett-

anteil auf. Den höchsten Fettgehalt i.T. mit 44% besitzt Rindergehacktes.

Bei Semmelmehlzusatz und nach Erhitzung sind davon nur noch 26,3% nachweisbar. Die Beimischung von Schweinehackfleisch führt ebenfalls zu hohen Fettanteilen. Die geringsten Werte i.T. werden dagegen im Schabefleisch gefunden, nämlich 8,7% für roh und ohne Cerealien, sowie 9,6% für roh, mit Cerealien.

4.2.2 Histometrisch ermittelte Ergebnisse

4.2.2.1 Bindegewebsanteil in unterschiedlich erhitzten Proben (Versuch A)

Unabhängig von einem Cerealienzusatz liegen die ermittelten Bindegewebsanteile mit Ausnahme des in siedendem Wasser koagulierten Probengutes in den erhitzten Proben höher als in dem rohen Vergleichsmaterial (Abb.2). In der Mehrzahl der Fälle ergibt sich diese Tendenz zur Volumenvermehrung auch in allen anderen Versuchen, bei denen der Mikrowellenherd eingesetzt wird (Abb. 1,3,4). Sofern Cerealien in den untersuchten Produkten verarbeitet sind, liegt der histometrisch gefundene Bindegewebsanteil unter der negativen Kontrolle, und zwar um durchschnittlich 2,27%.

4.2.2.2 Bindegewebsanteil in Proben mit unterschiedlichen Streck- und Bindemittelzusätzen (Versuch B)

Die histometrischen Ergebnisse bei Verwendung unterschiedlicher Binde- und Streckmittel enthält Abbildung 3. Es zeigt sich, daß die Verwendung von eingeweichtem Brötchen oder Semmelmehl mit Vollei zur stärksten Differenz zwischen roher und erhitzter Probe sowie zu ausgeprägten Abweichungen gegenüber dem cerealienfreien Vergleichsmaterial führt.

Im einzelnen ergeben sich folgende Trends: Im Vergleich zum Rohprodukt wird in erhitzten Fleischklößchen mehr Bindegewebe nachgewiesen, wenn "Faschola" (+0,4 Vol% BGE), Semmelmehl und Ei (+6,2 Vol% BGE) oder Semmelmehl (+2,7 Vol% BGE) verarbeitet werden, jedoch weniger, wenn eingeweichtes Brötchen (-5,7 Vol% BGE) oder Paniermehl mit Zwiebel (-1,5 Vol% BGE) zum Einsatz kommen.

Die Vergleichsprobe ohne Binde- und Streckmittelzusatz weist sowohl roh als auch erhitzt meist einen höheren Bindegewebsgehalt auf als die Proben mit Cerealien. Einzig beim Bindegewebsanteil der rohen Probe mit eingeweichtem Brötchen kehren sich die Verhältnisse um. Im Vergleich zum Bindegewebsanteil in der rohen cerealienfreien Probe verringern sich die Bindegewebsgehalte je nach verwendetem Bindemittel in der Reihenfolge Semmelmehl mit Zwiebel, Semmelmehl, Faschola, Semmelmehl mit Vollei. Für die fallenden Kollagenanteile der erhitzten Proben im Vergleich zum erhitzten, cerealienfreien Material ergibt sich eine andere Sequenz. Sie lautet: Semmelmehl, Semmelmehl mit Vollei, Faschola, Semmelmehl mit Zwiebel (Abb. 3).

Durchschnittlich beträgt die Differenz zwischen rohen cerealienfreien und rohen cerealienhaltigen Proben 1,7%, während die erhitzten cerealienhaltigen Proben sich im Mittel um 3,31 Vol% BGE vom erhitzten cerealienfreien Material unterscheiden. Somit scheint die quantitative Bindegewbsbestimmung bei erhitzten Proben mit Cerealienzusatz etwas ungenauer zu sein, was allerdings wegen des geringen Versuchsumfanges nur als Trend aufzufassen ist.

4.2.2.3 Bindegewebsanteil in Proben unterschiedlicher Fleischqualität (Versuch C)

Bei Verwendung unterschiedlicher Hackfleischqualitäten können bezüglich roher und erhitzter sowie cerealienfreier und cerealienhaltiger Ware die Ergebnisse aus den vorherigen Versuchen bestätigt werden. Es treten jedoch auch hier Unregelmäßigkeiten auf, insbesondere fällt die relative Bindegewebszunahme durch

Mikrowellenerhitzung teilweise geringer aus als erwartet (Abb. 7). Andererseits zeigen die Profile der histometrischen Fleischqualitäts-Untersuchung in Abbildung 7 deutlich, daß auch bei Anwesenheit von Cerealien eine Qualitätseinstufung über den Bindegewebsanteil möglich ist. Dabei findet sich der höchste Kollagengehalt im Rindergehackten, der geringste im Schabefleisch. Die schlechteste Übereinstimmung der Profile besitzt wiederum die offenbar heterogen strukturierte Probe Rinderdünnung.

Eine Erhitzung beeinflußt bei der Verarbeitung von Cerealien das histometrische Analysenergebnis stärker, als wenn analog behandeltes cerealienfreies Material untersucht wird (Abb. 5 und 6). Die Verschiebungen im Kollagenanteil, welche die Faktoren Erhitzung und Cerealienzusatz verursachen, gehend am deutlichsten aus Abbildung 4 hervor. Es läßt sich zwar ein Zusammenhang zwischen dem Bindegewebsgehalt im Ausgangsmaterial und dem im cerealienhaltigen und/oder erhitzten Produkt herstellen, doch scheinen die Abweichungen über alle 6 Ansätze hin eher konstant zu sein.

4.2.3 Chemische und histometrische Ergebnisse im Vergleich

Nach der graphischen Auswertung (Abb. 9) besteht eine deutliche Korrelation zwischen den chemischen und histometrischen Ergebnissen der Bindegewebsbestimmung. Gleichzeitig werden Unterschiede im Verhalten cerealienfreier und cerealienhaltiger Produkte offensichtlich. Abhängig von Zubereitungs- und Garungsform liegt der Korrelationskoeffizient zwischen 0,91 und 0,94, wobei sich die schlechtere Korrelation bei erhitzten Produkten mit und ohne Cerealien findet.

4.2.3.1 Vergleich von chemischer und histometrischer Methode bei verschiedenen Erhitzungsarten (Versuch A)

Im Gegensatz zur histometrischen Methode, wo die erhitzten Proben zu vergleichsweise hohen Bindegewebsgehalten tendieren, werden die Hydroxyprolinwerte weniger deutlich durch die Wärmebehandlung beeinflußt. Trotz derartiger Schwankungen geht aus Abbildung 2 hervor, daß die chemisch und histometrisch ermittelten Bindegewebsgehalte weitgehende Übereinstimmung aufweisen, bei cerealienhaltigen Proben ebenso wie bei cerealienfreien Proben. Auch in Versuch B (Abb. 3) reagieren die chemischen und histometrischen Analysen annähernd gleich auf die Mikrowellenerhitzung. Hingegen lassen in Versuch C (Abb. 5 und 6) die Profile für rohes und erhitztes Material bei den Hydroxyprolinwerten größere Kongruenz als bei den histometrischen Resultaten erkennen.

4.2.3.2 Vergleich von chemischer und histometrischer Methode bei verschiedenen Bindemitteln (Versuch B)

Abbildung 3 veranschaulicht, daß die chemische Analyse zur Unterschätzung des Bindegewebsgehaltes neigt, wenn eiweißreiche Binde- und Streckmittel verwendet werden (Faschola, Vollei mit Semmelmehl). Der Proteingehalt des Binde- oder Streckmittels macht sich in der histometrischen Untersuchung weniger bemerkbar. Dagegen scheinen eine starke Feuchtigkeitsaufnahme, d. h. höhere Wassergehalte im gegarten Produkt, den histometrischen Bindegewebsgehalt stärker als den entsprechenden chemischen Wert zu beeinflussen.

4.2.3.3 Vergleich von histometrischer und chemischer Methode bei verschiedenen Fleischqualitäten (Versuch C)

Die Verwendung von unterschiedlichen Fleischqualitäten manifestiert sich in unterschiedlichen Bindegewebsanteilen sowohl bei der chemischen wie auch der histometrischen Analyse. Abbildung 5 illustriert diese Feststellung für die cerealienfreien Proben, unterteilt nach rohem und erhitztem Material. An der Graphik läßt sich auch erkennen, daß chemische und histometrische Bindegewebsgehalte umsomehr zusammenrücken, je weniger Bindegewebe die Probe besitzt. Ebenso verhalten sich die cerealienhaltigen Zubereitungen (Abb. 6). An der Gegenüberstellung der Abbildungen 5-8 kann hingegen keine Interaktion zwischen dem Kollagengehalt des Ausgangsmaterials einerseits und der Behandlung (Erhitzen, Bindemittelzusatz) andererseits herausgelesen werden.

Tabelle 4 Chemische Werte unterschiedlich gegarter Hackfleischprodukte mit und ohne Cerealienzusätze

Erhitzung	Wasser %	Fett %	Fett %i.T.	Eiweiß %	Stärke %	St.i.T. %i.T.	St. /Eiw.	St. /Eiw.	BGE i.FE
mit Cerealien									
roh	59,60	12,9	31,93	14,00	8,0	19,80	1,41	0,57	16,0
siedend H_2O	64,20	7,4	20,76	14,81	8,5	23,74	1,60	0,57	14,6
Mikrowelle	54,00	12,1	26,30	17,10	10,5	22,83	1,34	0,61	15,8
sautiert	51,80	13,6	28,22	17,10	10,5	21,78	1,27	0,61	15,1
ohne Cerealien									
roh	61,50	16,9	44,01	18,90	0,0	0,0	0,0	0,0	17,4
siedend H_2O	60,04	16,3	41,16	22,50	0,0	0,0	0,0	0,0	18,1
Mikrowelle	53,60	16,2	34,91	28,20	0,0	0,0	0,0	0,0	16,6
sautiert	57,30	16,1	37,70	25,20	0,0	0,0	0,0	0,0	16,5

Tabelle 5 Chemische Werte von Hackfleischprodukten mit unterschiedlichen Streck- und Bindemitteln roh und mikrowellenerhitzt.

	Wasser %	Fett %	Fett %i.T.	Eiweiß %	Stärke %	Stärke %i.T.	St.i.T. /Eiw.	St. /Eiw.	BGE i. FE
Faschola									
roh	63,4	13,0	35,52	14,50	4,5o	12,30	0,85	0,31	15,70
erhitzt	48,6	14,3	27,82	23,30	3,00	15,56	0,67	0,13	16,50
Semmelmehl									
roh	59,6	12,9	31,93	14,00	8,00	19,80	1,41	0,57	16,60
erhitzt	54,0	12,1	26,30	17,10	10,50	22,83	1,34	0,61	15,80
Brötchen									
roh	66,3	11,7	34,72	14,20	3,20	9,50	0,67	0,23	15,50
erhitzt	53,2	16,0	34,19	20,40	6,50	13,89	0,69	0,32	16,40
Ei&Semmelmehl									
roh	62,4	12,3	32,71	14,40	6,80	18,09	1,26	0.47	11.40
erhitzt	50,0	13,1	26,20	20,50	9,50	19,00	0,93	0,46	13,40
Zwiebel&Semmelmehl									
roh	60,3	11,8	29,72	13,10	9,00	22,67	1,73	0,69	14.30
erhitzt	54,4	11,0	24,12	16,30	10,90	23,90	1,47	0,67	16,30
ohne Bindemittel									
roh	61,5	16,9	44,01	18,90	0,0	0,0	0,0	0,0	17,40
erhitzt	53,6	16,2	34,91	28,20	0,0	0,0	0,0	0,0	16,60

Tabelle 6 Chemische Werte in Hackfleischzubereitungen verschiedener Fleischqualitäten mit und ohne Cerealienzusatz.

	Wasser %	Fett %	Fett %i.T.	Eiweiß %	Stärke %	Stärke %i.T.	St.i.T. /Eiw.	St. /Eiw.	BGE i. FE
Rinder-gehacktes									
roh/m.Cer.	59.6	12,9	31,93	14,00	8,00	19,80	1,41	0,57	16,60
roh/o.Cer.	61,5	16,9	44,01	18,90	0,0	0,0	0,0	0,0	17,40
erh/m.Cer.	54,0	12,1	26,30	17,10	10,50	22,83	1,34	0,61	15,80
erh/o.Cer.	53,6	16,2	34,91	28,20	0,0	0,0	0,0	0,0	16,60
Schw.geh. & Rnd.geh.									
roh/m.Cer	58,3	16,1	38,61	14,13	6,5	15,59	1,10	0,46	11,20
roh/o.Cer	61,8	18,8	49,48	18,00	0,0	0,0	0,0	0,0	11,80
erh/m.Cer.	55,2	13,4	29,91	16,19	9,9	22,19	1,37	0,61	11,40
erh/o.Cer.	56,1	16,4	37,36	25,50	0,0	0,0	0,0	0,0	12,50
Rnd.geh. & Schabefleisch									
roh/m.Cer.	63,8	7,1	19,61	14,80	10,0	27,62	1,87	0,68	10,10
roh/o.Cer.	69,2	10,4	33,77	19,70	0,0	0,0	0,0	0,0	8,10
erh/m.Cer.	59,7	7,6	18,86	17,40	10,0	24,81	1,43	0,57	10,30
erh/o.Cer.	63,3	10,7	30,84	23,70	0,0	0,0	0,0	0,0	10,60
Rinderdünnung									
roh/m.Cer.	63,5	7,1	19,45	14,38	12,10	33,15	2,34	0,84	5,40
roh/o.Cer.	68,8	9,9	31,73	19,63	0,0	0,0	0,0	0,0	10,00
erh/m.Cer.	53,2	8,7	18,59	19,13	12,3	26,28	1,37	0,64	3,48
erh/o.Cer.	61,7	10,1	26,37	26,50	0,0	0,0	0,0	0,0	10,90
Schweinegeh.& Schabefleisch									
roh/m.Cer.	60,7	10,6	26,97	15,00	7,3	18,58	1,24	0,49	8,30
roh/o.Cer.	64,8	13,8	39,20	19,70	0,0	0,0	0,0	0,0	8,60
erh/m.Cer.	57,3	10,1	23,65	16,90	10,80	25,29	1,5	0,64	7,80
erh/o.Cer.	60,0	12,3	30,75	26,68	0,0	0,0	0,0	0,0	8,90
Schabefleisch									
roh/m.Cer.	68,0	3,2	9,61	17,38	8,4	26,25	1,64	0,48	6,00
roh/o.Cer.	73,3	3,2	17,05	23,00	0,0	0,0	0,0	0,0	6,90
erh/m.Cer.	63,6	3,2	8,79	18,00	10,0	27,47	1,53	0,56	6,80
erh/o.Cer.	66,8	5,1	15,36	27,00	0,0	0,0	0,0	0,0	7,10

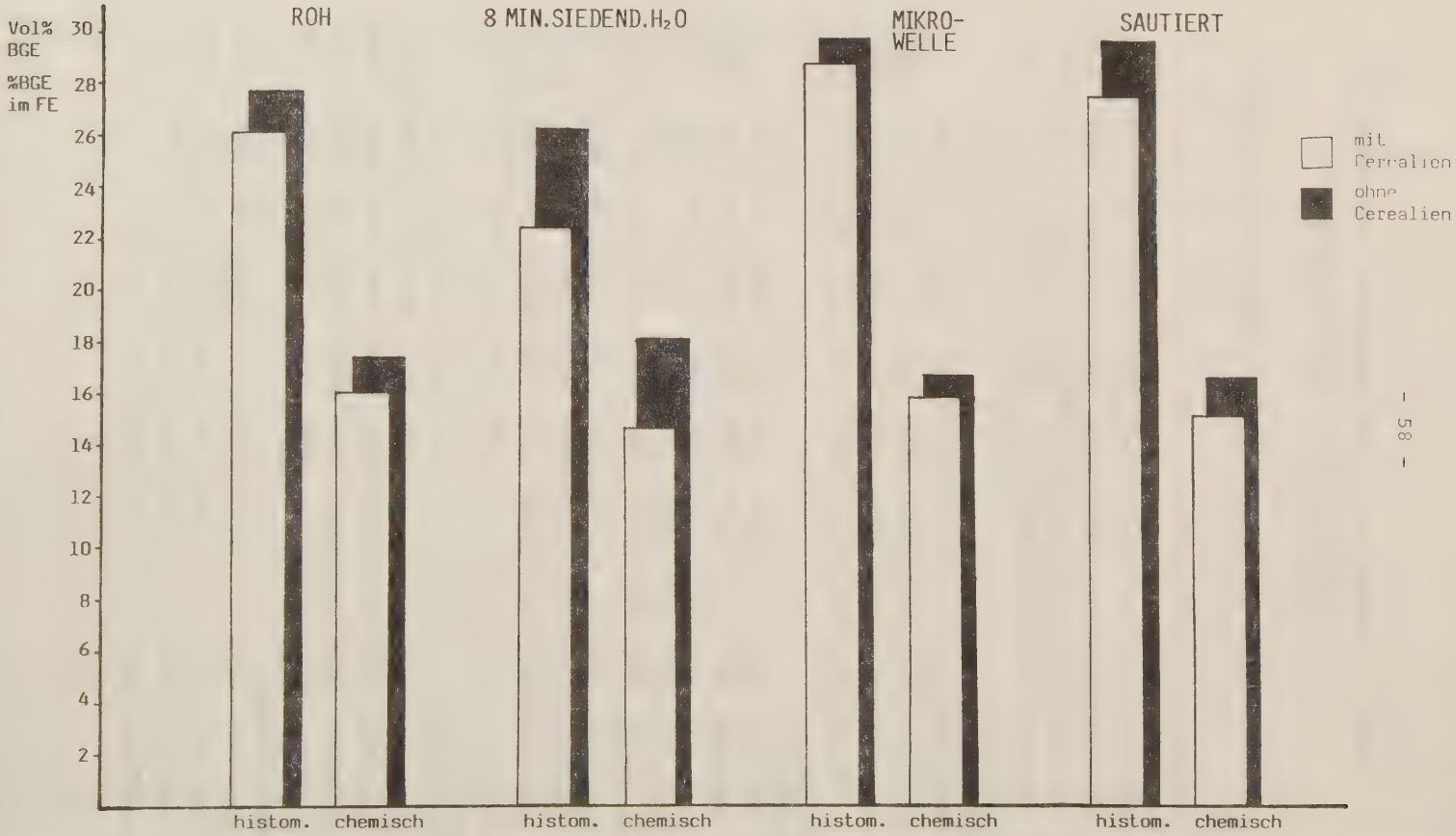

ABBILDUNG 2 EINFLUSS UNTERSCHIEDLICHER ERHITZUNG AUF DEN BINDEGEWEBSGEHALT IN HACKFLEISCHPROBEN MIT UND OHNE CEREALIENZUSATZ.

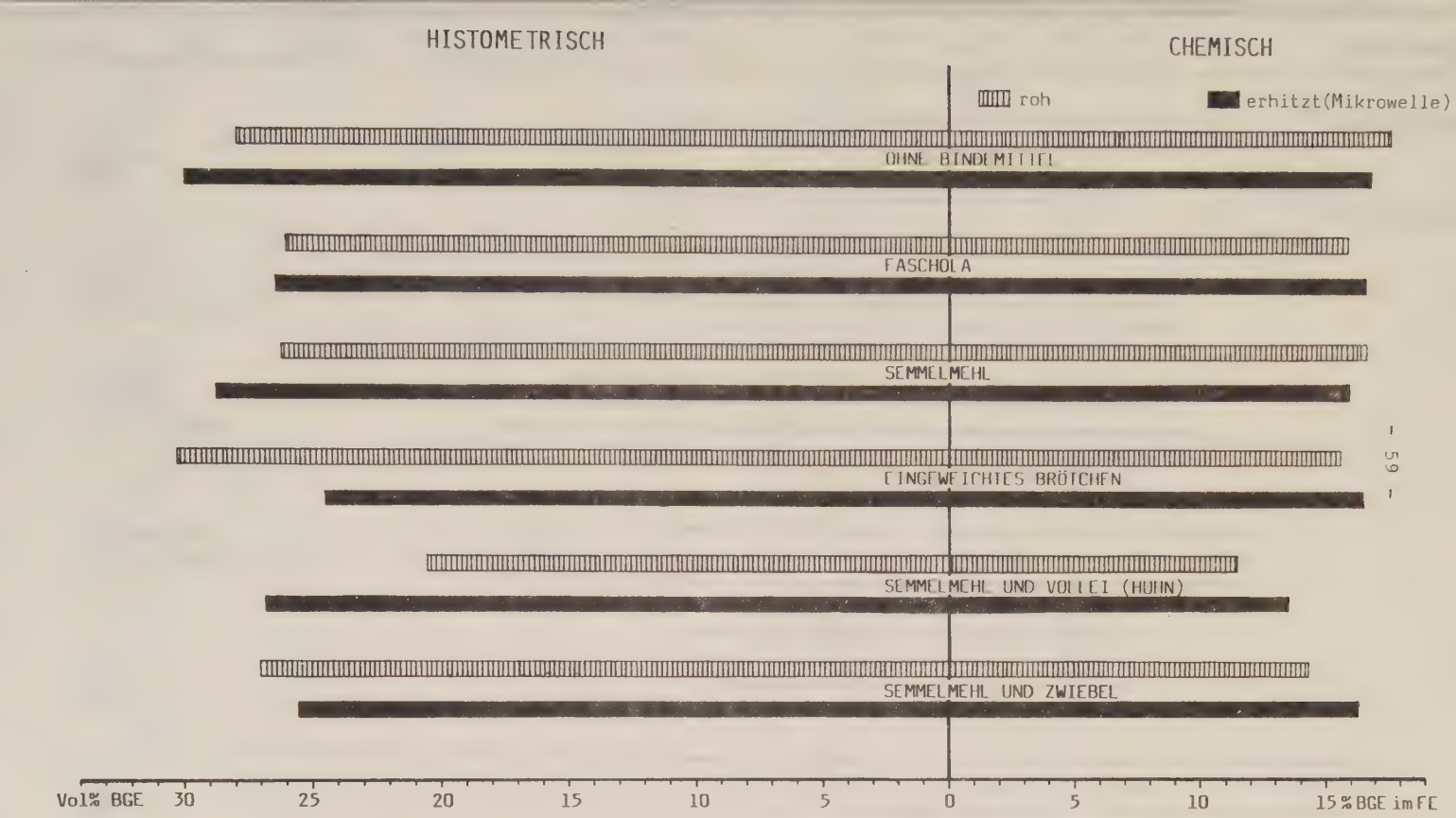

ABBILDUNG 3 GEGENÜBERSTELLUNG CHEMISCHER UND HISTOMETRISCH ERMITTELTER BINDEGEWEBSANTEILE IN ROHEN UND ERHITZTEN BOULETTEN BEI VERWENDUNG VERSCHIEDENER BINDEMITTEL.

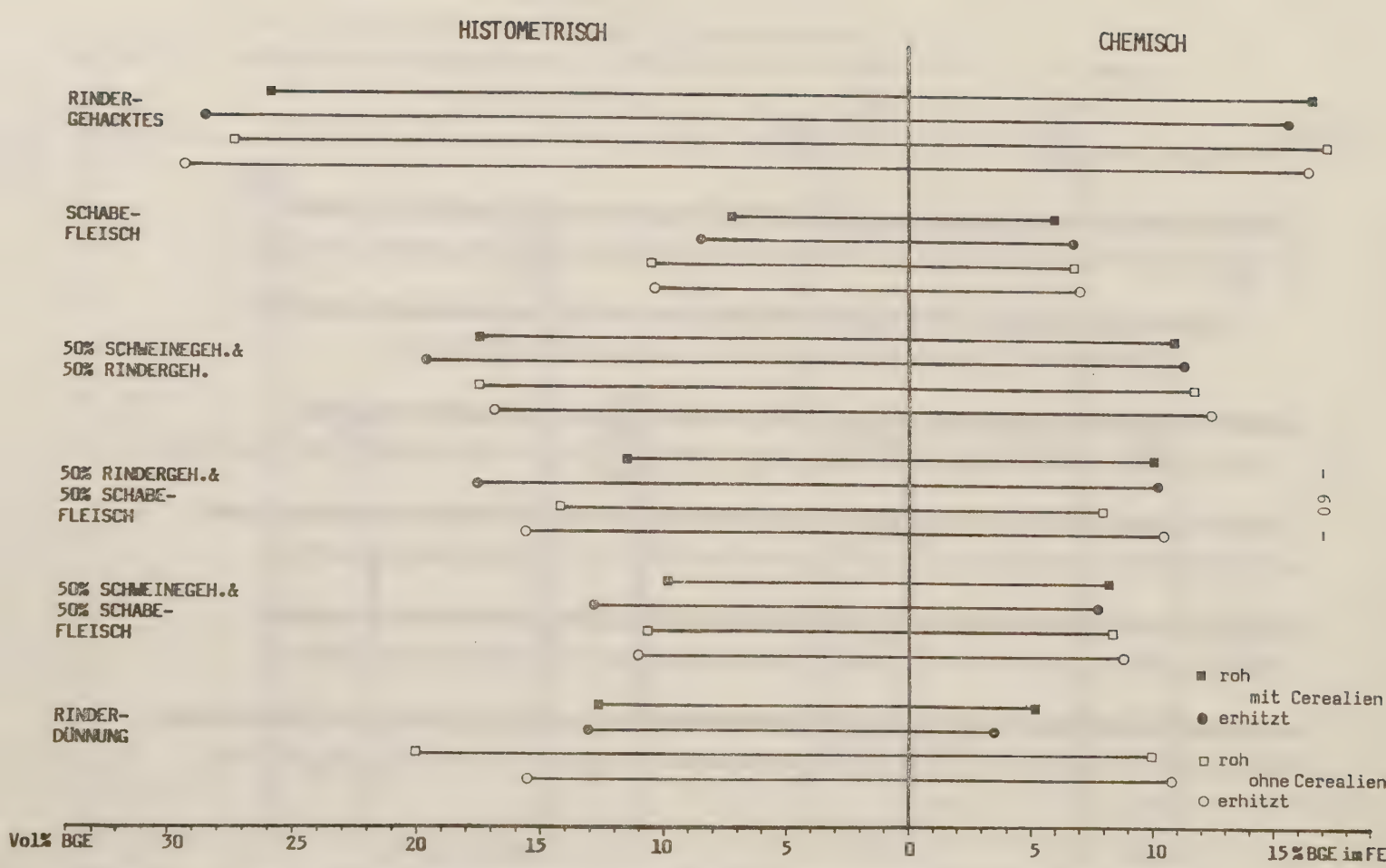

ABBILDUNG 4 GEGENÜBERSTELLUNG CHEMISCH UND HISTOMETRISCH ERMITTELTER BINDEGEWEBSANTEILE BEI HACKFLEISCH-ZUBEREITUNGEN AUS UNTERSCHIEDLICHEN FLEISCHQUALITÄTEN.

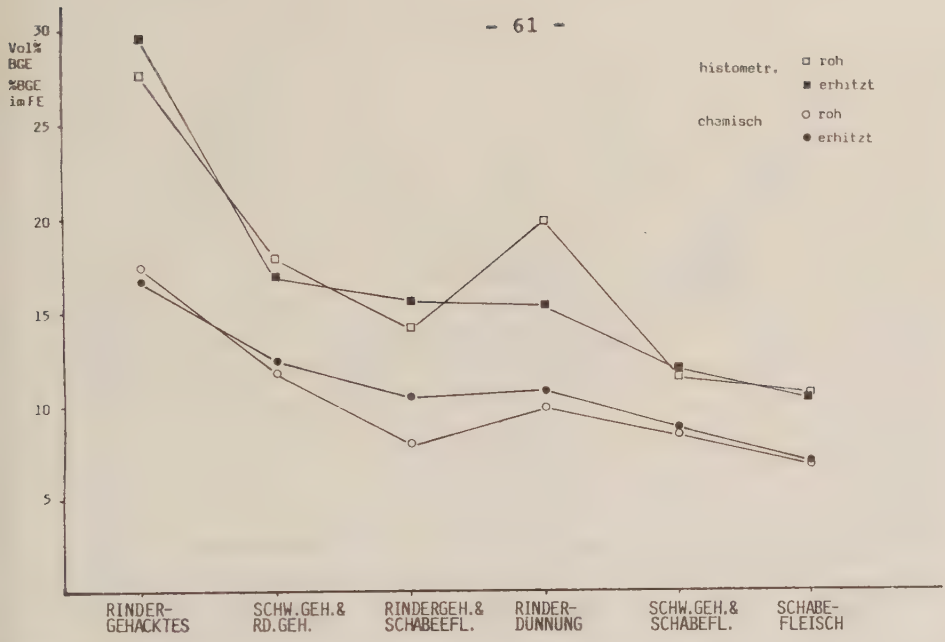

ABBILDUNG 5 PROFILE DER CHEMISCH UND HISTOMETRISCH ERMITTELTEN BINDEGEWEBSGEHALTE IN HACKFLEISCHZUBEREITUNGEN AUS VERSCHIEDENEN FLEISCHQUALITÄTEN.

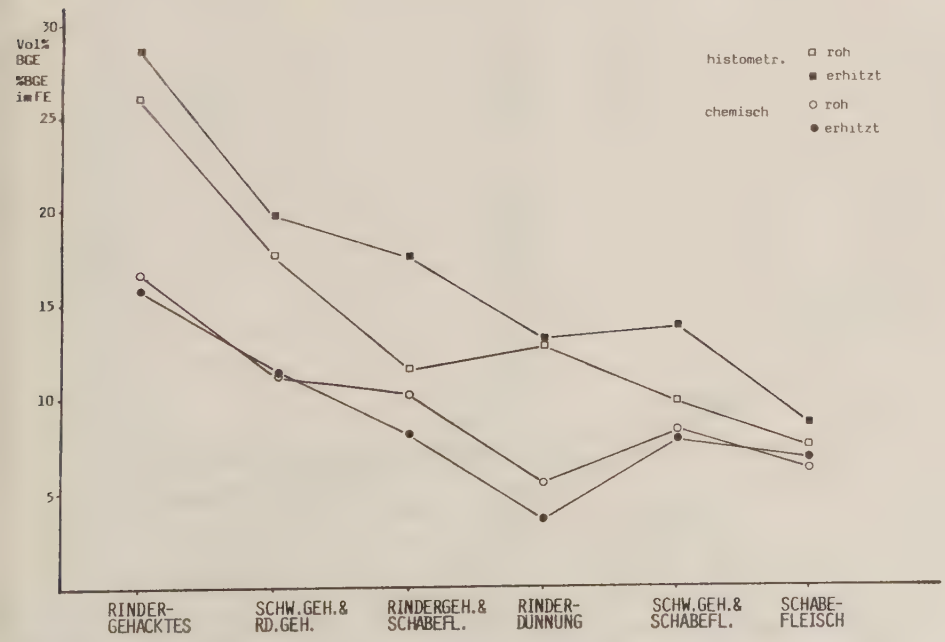

ABBILDUNG 6 PROFILE DER CHEMISCH UND HISTOMETRISCH ERMITTELTEN BINDEGEWEBSGEHALTE IN CEREALIENHALTIGEN HACKFLEISCHZUBEREITUNGEN AUS VERSCHIEDENEN FLEISCHQUALITÄTEN.

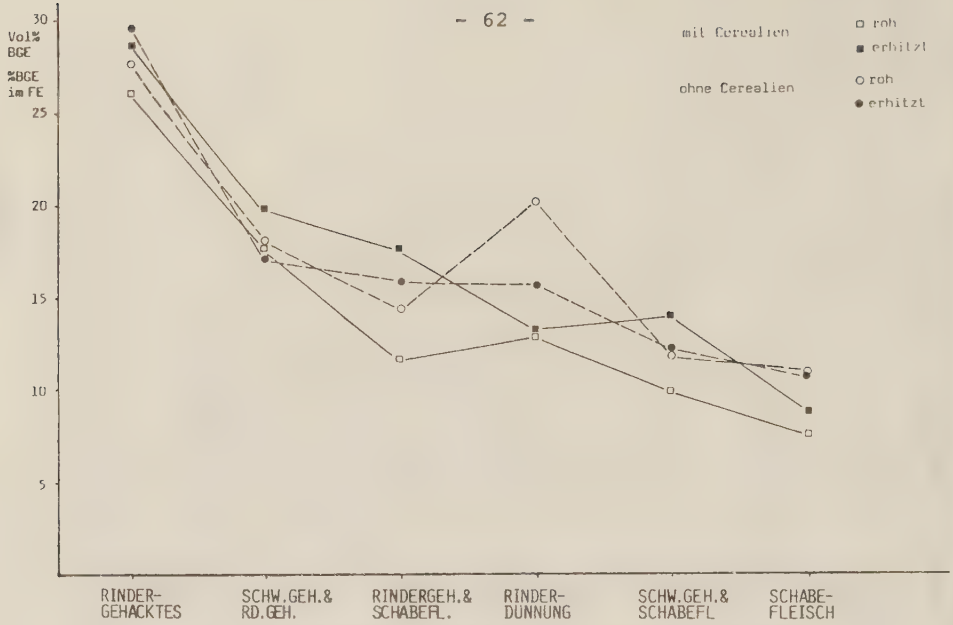

ABBILDUNG 7 PROFILE DER HISTOMETRISCH ERMITTELTEN BINDEGEWEBSGEHALTE IN HACKFLEISCHZUBEREITUNGEN VERSCHIEDENER FLEISCHQUALITÄTEN MIT UND OHNE CEREALIENZUSATZ.

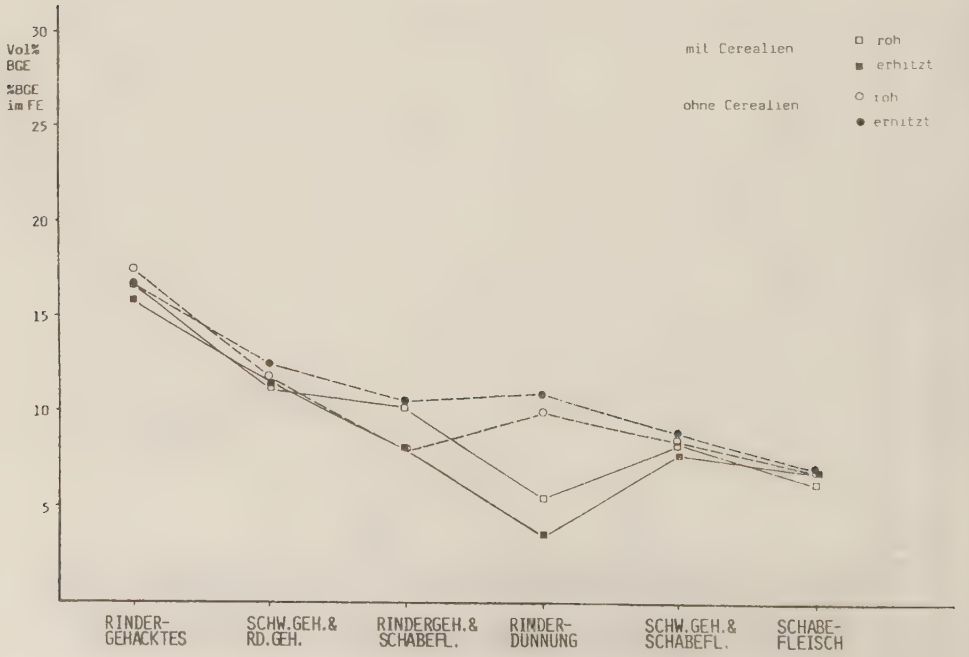

ABBILDUNG 8 PROFILE DER CHEMISCH ERMITTELTEN BINDEGEWEBSGEHALTE IN HACKFLEISCHZUBEREITUNGEN VERSCHIEDENER FLEISCHQUALITÄTEN MIT UND OHNE CEREALIENZUSATZ.

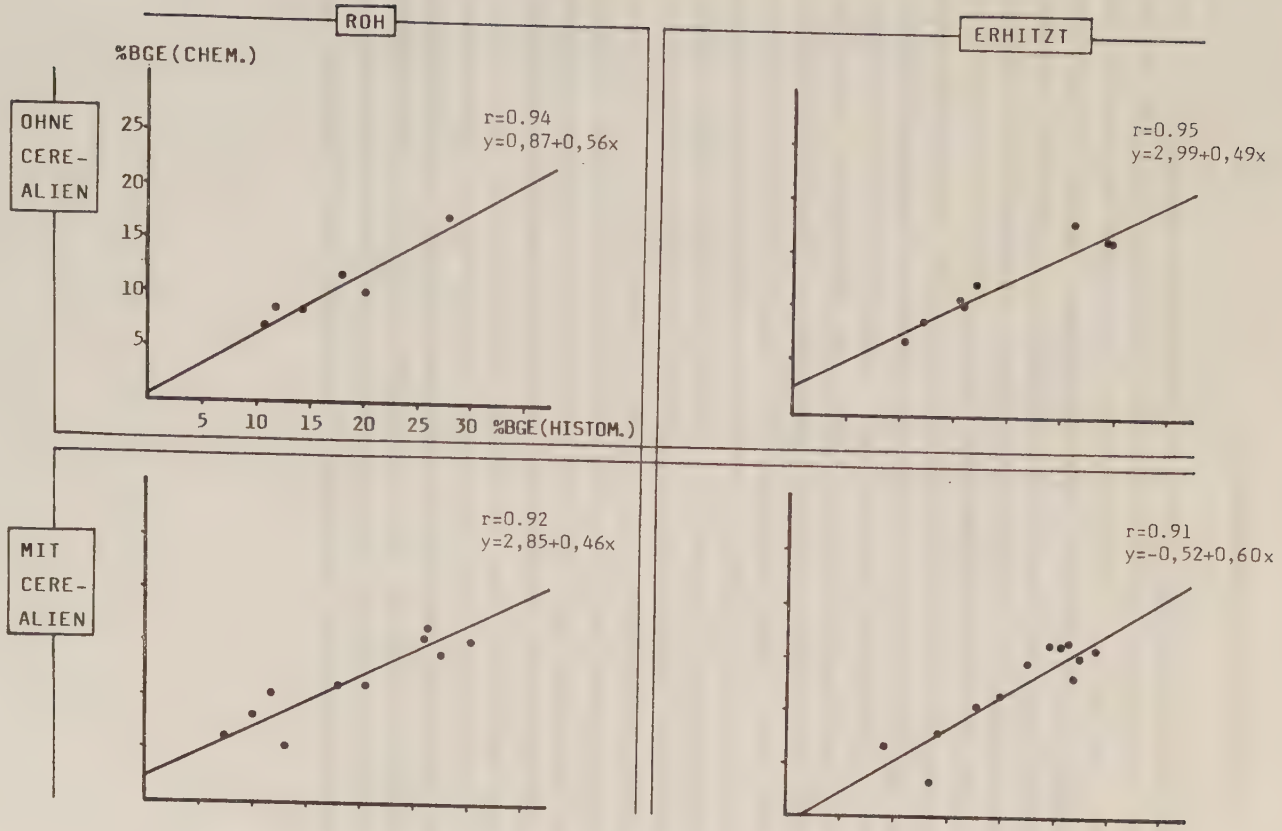

ABBILDUNG 9 BEZIEHUNGEN ZWISCHEN CHEMISCHEN UND HISTOMETRISCHEN BINDEGEWEBSWERTEN ALLER VERSUCHE

5. DISKUSSION DER ERGEBNISSE

Der bisherige Kenntnisstand zur Eignung des Bindegewebsgehaltes als Qualitätskriterium für Bouletten basiert hauptsächlich auf der individuellen Erfahrung des jeweiligen Sachverständigen sowie einigen wenigen Literaturangaben (GEMMER 1965, KLEMM 1966). Die Publikationen beschränkten sich zunächst auf Erhebungen über den Einfluß von Brotzusätzen (WERSCHING 1961) und verschiedenen Fleischqualitäten (KLEMM 1966) auf die Beschaffenheit des Fertigproduktes. Weiterhin kann auf Modellversuche an Hackfleisch mit definierten Bindegewebsbeimengungen zurückgegriffen werden (BENTLER 1964, FORSCHNER 1961 a, HILDEBRANDT et al. 1982, SINELL 1960, SINELL und HÖPKE 1963). Dabei ließ sich feststellen, daß die Bindegewebsbestimmung zumindest für Hackfleisch ohne Cerealienzusatz über die Hydroxyprolinbestimmung und die Histometrie hinreichend repräsentative Ergebnisse lieferte. Erst in neuer Zeit wurden an Bouletten chemisch analytische Untersuchungen in größerem Umfang von GISSEL et al. (1983) durchgeführt.

Unsicherheiten bei der Untersuchung derartiger Produkte bestehen aber nicht nur für die chemische Analytik, auch der histometrischen Technik wird hier bisher wenig Vertrauen entgegengebracht.

Es erschien daher sinnvoll, Modellversuche durchzuführen, in denen zwei verschiedene Methoden der Boulettenuntersuchung eingesetzt und mit den Analysendaten ihrer Fleischgrundlagen verglichen wurden. Die histometrische Bindegewebsbestimmung setzte dabei die färberische Eliminierung der Kohlenhydratkomponente voraus.

5.1 Methodische Voraussetzungen

5.1.1 Methodische Voraussetzung für die chemische Bindegewebsbestimmung

Bei der chemischen Untersuchung ergibt sich stets ein numerisch geringerer Bindegewebsgehalt als bei der histometrischen Analyse, wie auch aus der Literatur hervorgeht (FORSCHNER 1961 a b, HEMPEL 1963, LINKE et al. 1965, SINELL 1960, WYLER 1972). Andere als die eingesetzte Modifikation der Hydroxyprolinbestimmung tendieren gleichfalls zur systematischen Unterschätzung. Zwar würde die Perchlorsäurehydrolyse einen höheren Hydroxyprolingehalt als die Schwefelsäurehydrolyse erbringen, jedoch läßt sich diese Modifikation bei stärkehaltigen Produkten nicht anwenden (ARNETH 1979, WYLER 1972).

Für die hier angewendete Methode nach LOGAN und ANTONACOPOULOS geben BENGER et al.(1969) in ihren Untersuchungen im günstigsten Fall einen Variationskoeffizienten von 11,3% ($1-\alpha \geq 0,99$) an. Allerdings hängen derartige Schwankungen im wesentlichen von der Materialhomogenität und der Materialeinwaage ab. Die Aufarbeitung im Labor stößt bei der Homogenisierung von Hackfleisch mit und ohne Zutaten an Grenzen, welche sich nachhaltig auf die Genauigkeit der Analyse auswirken.Immer wieder kommt es vor, daß sich Bindegewebsstränge um die Messer des Mixers wickeln und nicht abgelöst werden können oder unbemerkt in den Winkeln des Gerätes zurückbleiben. Bei Einhaltung der Verfahrensvorschrift sind jedoch keine Störungen zu erwarten (GRAU et al. 1963).

5.1.2 Methodische Voraussetzungen für die histometrische Bindegewebsbestimmung

Um in der histometrischen Untersuchung zu abgesicherten Ergebnissen zu gelangen, stellt auch hier homogenes Probenmaterial eine Grundvoraussetzung dar. Eine möglichst gleichmäßige Verteilung der Einzelbestandteile und der Teilchengröße erhöht die Treffsicherheit der Bindegewebswerte (BENTLER 1964). Hinzu kommt dann die exakte Anfertigung einer genügenden Anzahl Schnitte, damit eine möglichst hohe Anzahl Gewebstreffer ausgezählt werden können. Das bei der Auswertung angelegte Gitter muß so weitmaschig sein, daß kein Gewebspartikel doppelt getroffen werden kann. Nur unter dieser Bedingung entspricht jeder Gewebstreffer einer Zufallsstichprobe (MATTHIES 1969).

Untersuchungen über den Einfluß der Zerkleinerungsgeräte Mixer, Homogenisator und Kutter auf die Wiederfindungsrate von Bindegewebszusätzen ergaben einen histometrisch höheren Bindegewebsanteil bei Verwendung des Mixers (BENTLER 1964). Auch in der vorliegenden Arbeit kam der BRAUN MULTIMIX zum Einsatz. Bei Zugabe von 20% Bindegewebe wurden von BENTLER (1964) 24,3% wiedergefunden. Es bleibt zu klären, wieweit dieser analysentechnische Faktor zu der stets zwischen Chemie und Histometrie auftretenden Differenz beiträgt.

Die Streuung des Merkmals Bindegewebe innerhalb der 20 untersuchten Schnitte/Probe beruht zunächst auf dem Stichprobenfehler, d.h. der Schätzgenauigkeit, welche jede Untersuchung einer Teilmenge in sich birgt (KÖNIGSMANN 1978). Darüberhinaus kann ein einzelner Schnitt schon aufgrund seines kleinen Volumens (Kantenlänge 2x2 cm, Höhe 8-14 µ) keine repräsentative Stichprobe bilden, weshalb insbesondere heterogen geformte Grundgesamtheiten nicht immer adäquat wiedergegeben werden (HILDEBRANDT et al. 1982). Dieser Fehler läßt sich jedoch durch Erhöhung der Anzahl an Schnitten und Gewebstreffern ausgleichen. Gleichzeitig muß mit der Untersuchung von 20 Schnitten je Probe der methodische Fehler sinken, weil vereinzelte Gewebsverluste sich nicht so drastisch auf das Ergebnis auswirken können wie es bei wenigen Schnitten der Fall wäre. Erfahrungsgemäß fallen allerdings die Gewebsverluste bei der Präpara-

tionstechnik äußerst gering aus, können aber bei der gegenwärtigen Technologie nicht als völlig unvermeidbar gelten.

Die Standardabweichung zwischen den Bindegewebsgehalten der Schnitte liegt bei den 20 Boulettenpräparaten einer Probe in der Größenordnung von s= $\pm$ 0,52-0,91. Ein solcher Wert entspricht annähernd dem Stichprobenfehler und läßt methodische Verzerrungen kaum wahrscheinlich erscheinen.

Beim Rückschluß von den Flächenverhältnissen im - vom stereometrischen Modell her - zweidimensionalen Schnitt auf die Volumenanteile im Probenkörper muß beachtet werden, daß der Gewebspartikeldurchmesser erheblich über der Schnittdicke liegen muß, um Verzerrungen zu vermeiden (HOLMES 1927, HENNIG 1957 b). Nach HENNIG (1971 a) wäre bei kugeligen Körpern von einem Querschnitt, der die Hälfte der Schnittdicke beträgt, das wirkliche Volumen nur 1/4 des errechneten. Diese Befürchtung trifft bei den vorliegenden Versuchen weniger zu, weil sich der Fehler des ermittelten Bindegewebsgehaltes nur dann vergrößert, wenn die Mehrzahl der Bindegewebsteile extrem klein ausfallen. Das sollte bei einem wirklichen Bouletten-Produkt mit seinem Hackfleischcharakter nicht der Fall sein. Andere Verhältnisse finden sich dagegen bei den feinzerkleinerten, brühwurstartigen Brühwurstbouletten.

Da es sich bei dem histometrischen Wert um keine absolute, sondern um eine Verhältniszahl handelt, macht sich darüberhinaus der HOLMES-Effekt bemerkbar, wenn Skelettmuskulatur und Kollagen unterschiedlich betroffen sind, d.h. in ihrer Größe differieren. Diese Verhältnisse liegen aber in den untersuchten Produkten nicht vor, sie sind vielmehr von Brühwurst und feinstzerkleinerter Rohwurst (Cervelat- und Teewurst, Braunschweiger) bekannt.

Eine weitere Fehlerquelle der histometrischen Bindegewebsbestimmung bildet die Feuchtigkeitsaufnahme des Kollagens beim Erhitzen. Allein die Beobachtung gequollenen Bindegewebes darf aber nicht dazu führen, das ermittelte Bindegewebsvolumen immer für größer als das wahre Bindegewebsvolumen zu halten. Diese

Feststellung geht aus dem Versuch mit unterschiedlichen Erhitzungsarten deutlich hervor. Die Bindegewebswerte der Proben nach Erhitzung in siedendem Wasser liegen niedriger als im Rohmaterial, obgleich der subjektiv visuelle Eindruck des aufgequollenen, verleimten Kollagens eher das Gegenteil vermuten läßt; auf mögliche Ursachen wird an späterer Stelle eingegangen.

Eine für Hackfleischerzeugnisse spezifische Fehlerquelle ergibt sich aus dem Proteingehalt der Binde- und Streckmittel, die zur Verwechselung mit Muskeleiweiß führen können. Schwerpunkt der vorliegenden Arbeit war es, die Identifizierung cerealiengebundenen Eiweißes durch Anwendung der Lugol- Calleja-Färbung zu erleichtern. Um das Ausmaß der Verzerrungen erfassen zu können, wurde erst der Bindegewebsgehalt in den cerealienfreien und anschließend in den cerealienhaltigen Proben bestimmt. Mischfarbige Objekte, sofern sie überhaupt auftraten, wurden morphologisch identifiziert. Homogen amorphe, schlierige eben erkennbare mischfarbige Partikel, die nicht eindeutig zuzuordnen waren, blieben unregistriert.

Um eine ausreichende Repräsentanz histometrischer Ergebnisse zu gewährleisten, forderte schon BENTLER (1964) eine einheitliche Regelung für die Behandlung solcher Grenzfälle, welche ja unschwer als "Mischfarben" zu erkennen sind. Im Hinblick auf das Bindegewebe vertrat er die Ansicht, daß generell das optisch dunkler angefärbte Bindegewebe zu einer subjektiven Begünstigung gegenüber der helleren Muskulatur führe. Dem ist zu entgegnen, daß zumindest in erhitzter Ware kleinere gequollene Bindegewebsteile ebenso hell wie Sarkoplasma werden können. Ein eventueller Fehler fällt infolgedessen je nach Verleimungszustand des Bindegewebes unterschiedlich aus.

Die hier entwickelte Lugol-Calleja-Färbung bildet einen Kompromiß zwischen dem Wünschenswerten und dem Machbaren. Nachdem es mit keiner der überprüften Versuchsanordnungen gelungen war, Stärke aus dem Schnitt herauszulösen und gleichzeitig die spezifische Anfärbbarkeit von Skelettmuskulatur und Kollagen zu erhalten, bot sich nur noch als Lösung an, die Kohlenhydratkomponente mit der Jod-Stärke-Reaktion selektiv zu erfassen.

Wie bereits Versuch A dokumentiert, liegt hierin eine Möglichkeit, Fremdeiweiß und Muskeleiweiß zu unterscheiden und damit die Unterschätzung des Kollagenanteils zu minimieren.

So ist mit der modifizierten Stärkefärbung und der morphologischen Unterscheidbarkeit von Skelettmuskel und Stärke die Ansicht widerlegt, daß die histometrische Boulettenanalyse wegen der störenden Einflüsse der Kohlenhydrate keinerlei repräsentative Ergebnisse zu erbringen vermag.

5.2 Schlußfolgerungen aus den Versuchen A, B und C

5.2.1 Schlußfolgerungen aus den Versuchen A, B und C für die chemische Analyse

Daß bei der chemischen Analyse cerealienhaltiger Hackfleischerzeugnisse das Risiko besteht, Gesamteiweiß mit Fleischeiweiß gleichzusetzen,veranschaulichen die Ergebnisse der vorliegenden Modellversuche. Bei den cerealienhaltigen Proben wird durchwegs ein höherer Proteingehalt festgestellt als für die negative Kontrolle. Bei Verdacht auf Fremdeiweißzusätze sollten daher spezielle Zusatzuntersuchungen durchgeführt werden, z. B. Kreatininbestimmung nach HARDON und KOK (GÜNTER et al. 1969).

Aufgrund des je nach Erhitzungsverfahren schwankenden Fettgehaltes ist es weiterhin sinnvoll, nicht den Stärke i.T. Wert sondern das Stärke-Eiweiß-Verhältnis zu berechnen. Weil während der Analyse ein Stärkeabbau eintritt (WARMBIER 1968), führte KALTWASSER (1976) zum Erfassen der Abbauprodukte eine reduktometrische Methode durch,deren Resultate in derselben Größenordnung wie bei WARMBIER lagen und auch mit den hier nach MAYRHOFER (1896) und GROSSFELD (1921) ermittelten korrespondieren. Gewürze und Würzstoffe, deren Hydrolyseprodukte Zucker enthalten, machten sich dabei nicht störend bemerkbar.

Der in Abhängigkeit von der Zubereitungsform wechselnde Wassergehalt bringt es mit sich, daß die Feder'sche Zahl nur eine grobe Orientierung über die Höhe eines eventuellen Wasserzu-

satzes zuläßt, dazu auch nur im Rohprodukt. Jede Wasserzugabe, die nicht vom Bindemittel aufgefangen werden kann, geht bei der Erhitzung ohnehin wieder verloren. Darüberhinaus können Schwankungen im Wasser:Eiweiß Quotienten bereits auf der Fleischqualität beruhen (KERP und RIESS 1925, SCHÖNBERG 1969).

5.2.2 Schlußfolgerungen aus den Versuchen A, B und C für die histometrische Analyse

Die ermittelten Kollagenvolumina liegen stets höher als die chemisch-analytisch gewonnenen Vergleichswerte, was im Einklang mit der Literatur steht (KOTTER 1955, LINKE et al. 1965). Die Ursachen hierfür liegen überwiegend in der unterschiedlichen Dimension Vol.% versus Gew.%.

Darüberhinaus werden die Ergebnisse der Histometrie zusätzlich von verschiedenen anderen Faktoren beeinflußt. Zu nennen sind technologische Einflüsse sowie Wirkungen der Probenaufbereitung und der Analysenmethode (FAILING und VICTOR 1979, GERIGK 1977, HILDEBRANDT et al. 1982, SEIDLER 1980). Alle diese Effekte können sich kumulativ im Ergebnis wiederspiegeln. So wurden z. B. Volumenvergrößerungen mit ansteigendem Zerkleinerungsgrad nachgewiesen (EBERLEIN 1961, HAMM 1972, KOTTER 1956). GERIGK (1961) hielt diesen Einfluß jedoch nicht für eindeutig.

Die Literaturangaben lassen die Ergebnisse des Boulettenversuchs plausibel erscheinen, wonach sich höhere Kollagenvolumina bei den erhitzten Proben ergeben. Solche durch Wärmezufuhr verursachte Kollagenquellung zeigt eine Proportionalität zur Bindegewebsmenge des Rohmaterials, indem die Diskrepanz zwischen rohem Kollagenvolumen und erhitztem Kollagenvolumen mit dem Bindegewebsgehalt ansteigt. Diese Feststellung bezieht sich allerdings nur auf mikrowellenerhitztes Material, und findet ihre Erklärung in der stärkeren Hydratation der Kollagenmoleküle gegenüber der Dehydratation der Muskelproteine beim Erhitzen. (Im Vorversuch treten im rohen cerealienfreien Material jedoch höhere Bindegewebswerte als im erhitzen cerealienfreien

Produkt auf. Möglicherweise beruht dieser Befund auf einer Inhomogenität, welche durch das Einmengen der Cerealien beseitigt wurde.) Durch Zugabe von Bindemitteln kann sich das Quellungsverhalten ändern. Einerseits ist das Bindemittel zur Aufnahme des Fleischsaftes befähigt und vermindert damit den Substanzverlust, andererseits vermag das Kollagen in dem auf diese Weise feuchteren Milieu in einen stärkeren Quellungszustand überzugehen (siehe auch Erläuterungen zu Versuch A).

Abschließend wäre noch die deutliche Beziehung des ermittelten Kollagengehaltes mit der Streuung zwischen den Schnitten zu erwähnen, was sich mit der von MATTHIES (1969) aufgrund des statistischen Modells postulierten Streuungszunahme bei höheren Bindegewebsanteilen deckt. Davon ausgehend, daß in einem zu 100% aus Bindegewebe oder Skelettmuskulatur bestehenden Schnitt keinerlei Varianz möglich ist, muß bei zwei verschiedenen Komponenten die Meßgenauigkeit umso geringer sein, je mehr beide Komponenten zu gleichen Teilen vertreten sind. So steigt die empirische Standardabweichung von $\pm$ 1,74 (bei 7,44% BGE) mit steigendem Kollagengehalt auf $\pm$ 6,84 (bei 27,00% BGE) für jeweils 20 Schnitte und lag dabei zum Teil sehr dicht an der errechneten Standardabweichung, teilweise aber auch mehr als doppelt so hoch.

Insgesamt zeigte sich, daß Bindegewebs-Volumenunterschiede zwischen roh und erhitzt oder im Vergleich zu den chemischen Werten von mehreren Einflußgrößen abhängen, anscheinend jedoch besonders vom Wasserangebot; diese Auswirkungen sollten bei der Qualitätsbeurteilung berücksichtigt, aber nicht überbewertet werden.

5.3 Synoptische Betrachtung der Auswirkungen der einzelnen Versuche

5.3.1 Einfluß der Erhitzungsmethoden auf das Kollagenvolumen (Versuch A)

Die in siedendem Wasser erhitzten Proben zeigen gegenüber dem rohen Material in Übereinstimmung mit SINELL (1960) einen Schwund der Kollagenvolumina, welcher sich dadurch erklärt, daß ein je nach Erhitzungsdauer größerer oder kleinerer Kollagenanteil in Lösung geht. Auch die chemischen Ergebnisse bestätigen diesen Befund, indem bei erhitzten Proben weniger Bindegewebe gefunden wird. Dabei fällt ein Unterschied zwischen cerealienfreiem und cerealienhaltigem Untersuchungsgut auf, was auf einen Zusammenhang mit dem Feuchtigkeitsangebot hinweist, den auch SEIDLER (1980) erörterte. So dürfte der Wasseranteil der Cerealien eine bessere Quellung und nachfolgende Auflösung des Kollagens ermöglichen, selbst bei kürzeren Erhitzungszeiten.

Folgende biochemische Vorgänge laufen ab, bis schließlich die Glutinbildung, also die Lyse des Kollagens, einsetzt. Temperaturen über 50° C verursachen einen stufenweisen Zusammenbruch der aus drei Molekülfäden aufgebauten Stäbchenstruktur des Kollagens in die aus einer Polypeptidkette bestehende α-Form und die aus 2 Polypeptidketten bestehende ß-Form. Geringe Mengen der ursprünglichen γ-Konfiguration, in der alle drei Ketten noch zusammenhalten, finden sich ebenfalls. Der Vorgang bedeutet eine Volumenzunahme, wobei die Kollagen ß-Form in die wasserlösliche Form übergeht (HAMM 1972). Bei Temperaturen von 60° C tritt eine Aktivierung der Kollagenase ein (WISMER-PEDERSEN 1971). Nach Auflösung der strukturerhaltenden Kristalliten setzt die Glutinbildung ein. In Abhängigkeit vom Einfluß der Postmortalphase und dem Bindegewebstyp (FIELD et al. 1970) ist sie gering ausgeprägt bei 50° C, stärker bei 55-60° C und wieder geringer zwischen 70 und 80° C. KOPP (1971) beschreibt eine erhebliche Lösung epimysialen Bindegewebes bei Temperaturen über 55° C durch einstündige Erhitzung ohne Salz im Bereich von pH 5,0. Auch andere Autoren stellten nach Erhitzung auf 80, 100

und 110° C analytisch deutlich nachweisbare Abbauprodukte des Kollagens fest (GRAU 1969, HASHIMOTO und YASUI 1957).

Da bei dem Eintauchen der Fleischklöße bis zur vollständigen Garung alle beschriebenen Temperaturen wenigstens bis 100° C durchlaufen werden, kommt es zu dem festgestellten Bindegewebsverslust. Besonders deutlich vermindert sich der Kollagengehalt in den cerealienhaltigen Proben als Folge der größeren Wassermenge, welche mit dem Bindemittel der Hackfleischmasse bereitgestellt wird. Derselbe Sachverhalt läßt sich aus den chemischen Ergebnissen der cerealienhaltigen Proben herauslesen. Wegen ihres in dieser Hinsicht analogen Verhaltens erweisen sich die chemische und die histometrische Untersuchungsmethode als gleichwertig für die Analyse gekochter Fleischklöße.

Neben Art und Intensität der Wärmezufuhr wirkt aber auf den Anteil gelösten Bindegewebes noch eine Vielzahl anderer Faktoren ein. So steigt die thermische Resistenz mit zunehmendem Alter der Tiere an, weil eine größere Querbindungsstabilisierung der Kollagenfasern eintritt (BAILEY et al. 1979). Es bilden sich dabei mehr intermolekulare Brücken, und die veränderte Ultrastruktur bedingt, daß die leicht extrahierbaren Kollagenformen unlöslich werden (BEUK et al. 1971). Zudem existieren genetisch unterschiedliche Kollagentypen in der Muskulatur, lokalisiert in Epimysium, Perimysium und Endomysium, welche ein unterschiedliches Lösungsverhalten zeigen (FIELD et al. 1970).

Abgesehen von der Kollagenverleimung muß bei der Interpretation chemischer Ergebnisse der für jede Tierspezies und Erhitzungsart unterschiedliche Kochverlust des Muskelgewebes beachtet werden. Hieraus lassen sich u.a. Rückschlüsse auf die freiwerdenden Wassermengen ziehen, welche dann für die Bindemittel und Kollagenquellung zur Verfügung stehen. Als Ursache für die Abnahme des Wasserbindungsvermögens bzw. der Freisetzung von Wasser ist anzusehen, daß sich beim Erhitzen Länge und Durchmesser der fibrillären Proteine verkleinern (HAMM 1972, HAMM und DEATHERAGE 1960). LERCHE et al. (1957) gibt für Rindfleisch eine größere Verlustrate beim Kochen (30-40%) an als

beim Braten (27-34%), was mit dem festgestellten Kollagenverhalten übereinstimmt.

Das Fehlen einer Bratkruste bei den mit Mikrowellenenergie gegarten Produkten führt zu einem verstärkten Sarkoplasmaverlust und damit zu geringerer Flüssigkeitsmenge im Gewebe (vgl. chemisch ermittelten Wasseranteil). Hiermit geht eine geringere Kollagenvolumenzunahme gegenüber dem sautierten Produkt einher, entsprechend den Angaben von WOLTERSDORF (1964), der optimale Kollagenquellung angibt, wenn das zur Verfügung stehende Wasser 50% des Kollagen-Rohgewichtes erreicht. Die Schrumpfung der beiden Fleischkomponenten Kollagen und Muskeleiweiß bei Mikrowellenerhitzung ist ebenfalls abhängig von weiteren biochemischen Parametern wie Postmortem-Stadium der myofibrillären Proteine sowie strukturellen Merkmalen wie dem Vernetzungsgrad des Kollagens und dem Bindegewebsgehalt (ABALDOWA et al. 1978).

Im Kohlenhydrathaltigen Produkt wird der Fleischsaft vom Bindemittel aufgefangen, die Bindegewebsquellung durch Mikrowellenerhitzung fällt damit stärker aus als im sautierten Produkt. Diese intensivierte Vergrößerung des Kollagenvolumens entsteht durch die Wirkungsweise der Mikrowellenerhitzung. Fleisch ist in sich heterogen aufgebaut, wobei Komponenten mit hoher Dielektrizitätskonstante Mikrowellen in höherem Ausmaß absorbieren. Die Leistungsaufnahme des Dielektrikums Fleischbrät und im Gut entstehende Wärme verhalten sich proportional zur Dielektrizitätskonstante, die wiederum vom Wassergehalt bestimmt wird (TILGNER 1976). Demnach kommt es in den Partien mit hohem Wasseranteil zu einer schnelleren Erwärmung. Muskulatur und Bindemasse erreichen zunächst vor dem Bindegewebe eine höhere Temperatur, anschließend steht die zur Kollagenquellung benötigte Wassermenge zur Verfügung.

Nach theoretischen Berechnungen läuft bei einem Temperaturunterschied von +100° C die Erwärmung zum Kern 37% schneller im Hochfrequenzverfahren als beim Sieden ab (TILGNER 1976). Für die unter "Kochen" beschriebenen Vorgänge steht also weniger Zeit zur Verfügung.

Das Sautieren (Kontaktbackverfahren), bei dem die Wärme vom Pfannenboden über das Fett auf das Bratgut übertragen wird, verursacht das Entstehen einer Bratkruste, welche den Fleischsaft im Bratgut zurückhält (LERCHE et al. 1957, TILGNER 1976). Durch Feuchtigkeitsretention ist eine Wasseraufnahme und damit eine Volumenzunahme des Kollagens gewährleistet. Beim vorliegenden Versuch fällt die Bindegewebsquellung ohne Cerealien stärker aus als mit Cerealien. Möglicherweise wird bei höheren Sautiertemperaturen aus dem Bindemittel Wasser freigesetzt, das nicht mehr durch Quellung absorbiert werden kann, sondern eine geringfügige Glutinbildung verursacht, und somit eine geringere Verkleisterung des Kollagens vortäuscht.

Ebensogut wäre aber denkbar, daß durch Gelbildung der Stärke bei den höheren Sautier-Temperaturen mehr Wasser verbraucht wurde als bei der Mikrowellenerhitzung. Im Umkehrschluß steht folglich weniger Wasser zur Bindegewebsquellung zur Verfügung.

Generell lassen Literaturangaben über die Anbrat-Sautier-Verluste keinen direkten Vergleich zur vorliegenden Erhebung zu. WERSCHING (1960) gibt einen Schwund für Bouletten von 20% an, der mehr durch Fett und Wasser als durch Bindegewebe hervorgerufen wird. Es zeigt sich auch in den chemischen Ergebnissen, daß kein Bindegewebe aus dem Probengut herausgelöst worden war, denn für Mikrowellenerhitzung wie für Sautieren korrelieren die Ergebnisse mit denen des Rohmaterials. Der Bindemittelanteil bewirkt quasi einen Verdünnungseffekt mit relativer Vergrößerung des Gesamtproteins und dadurch eine Minderung des prozentualen Bindegewebsanteils. Da Kollagen nicht unkontrolliert herausgelöst wurde, und ein geringer Volumenanstieg vorliegt, kann bei der histometrischen Untersuchung gebratener Produkte durchaus auf den Kollagengehalt des Rohmaterials zurückgeschlossen werden.

5.3.2 Einfluß verschiedener Binde- und Streckmittel auf das Kollagenvolumen (Versuch B)

Bei den Erhebungen mit verschiedenen Binde- und Streckmitteln findet sich der höchste Bindegewebswert - wie gemäß Versuchsplan erwartet - in den Negativkontrollen, d. h. dem zutatenfreien Produkt. Zu diesem Ergebnis führt sowohl die chemische wie auch die histometrische Analyse. Die Verringerung des relativen Kollagengehaltes fällt für beide Methoden nach Volleizusatz am stärksten aus. Den Daten des Ausgangsmaterials kommen die Untersuchungsergebnisse sehr viel näher,wenn das Industrieprodukt "Faschola" zum Einsatz kommt. Für dieses Präparat wird vom Hersteller keine Rezeptur angegeben, nach der chemischen Analyse enthält es 72,4% Stärke, 7,7% Eiweiß, 1,8% Fett und 5,9% Wasser.

Für die geringe Verschiebung im relativen Kollagengehalt spielt offensichtlich der zum Anteigen des Trockenproduktes exakt angegebene Wasserzusatz die entscheidende Rolle. Es wird einerseits optimale Quellung und Konsistenz erreicht, andererseits bleibt eine Reserve zur Feuchtigkeitsaufnahme des austretenden Fleischsaftes. Faschola wird damit nicht nur den Angaben des Herstellers gerecht, sondern verhindert ein übermäßiges Aufquellen des Kollagens. Allerdings verursachen die - histologisch wie Muskelfragmente wirkenden, grüngefärbten Eiweißpartikel - eine scheinbare Erhöhung des Muskelanteiles. Auch die chemische Analyse zeigt relativ wenig Bindegewebe an, im erhitzten Produkt mehr als im Rohprodukt.

Im Verhältnis 1:1 mit Wasser angeteigtes Semmelmehl läßt als Bindemittel den Kollagenanteil nur wenig absinken. Im Vergleich zu den rohen Proben ergibt die chemische und histometrische Analyse des erhitzten cerealienhaltigen Materials einen leicht erhöhten Bindegewebsgehalt. Insgesamt stören somit die Eiweißanteile des Semmelmehls die BEFFE-Analytik nur gering. Diese Feststellung erhärtet sich auch in den Versuchen mit unterschiedlicher Erhitzung und unterschiedlichen Fleischqualitäten (vergl. Abb. 7 und 8).

Wird Semmelmehl mit Zwiebel vermengt, ändern sich die histometrischen Ergebnisse kaum. Eine Bindegewebszunahme bei

Erhitzung ist nicht feststellbar. Die chemischen Ergebnisse bestätigen den geringen Einfluß des Semmelmehls, weil der Proteinanteil aufgrund der Tatsache, daß zur Semmelmehlherstellung wie für die Herstellung von Weißbrot in der Regel kein Vollmehl Verwendung findet, sehr niedrig ausfällt. BUSCHKIEL (1982) stellte entsprechend bei der Verwendung von Semmelmehl die geringsten Sterilisationsverluste fest, was auf eine hohe Wasseraufnahmefähigkeit schließen läßt und das relativ neutrale Verhalten in der Histometrie erklärt.

Eingeweichtes Brötchen, von Hand ausgedrückt, stellt eine Rezeptur dar, bei welcher schon im Herstellungsprozeß ein beträchtlicher Wassergehalt auffällt, chemisch-analytisch wird mit 66,3% der höchste Wert erreicht. Der geringe Stärkeanteil zeigt (mit Einschränkung wegen des kleinen Versuchsumfanges), daß der Hauptanteil der Brötcheneinwage aus Wasser besteht, nach TIMM und v. KOZLOWSKI (1975) und HOSPER (1971) sind es 79,8%. In der histometrischen Analyse äußert sich der geringe Trockensubstanzgehalt in einem absinkenden Volumenanteil des Kollagens durch Hitzeeinwirkung. Die vermutete Gelierung des Bindegewebes deckt sich auch mit dem histologischen Bild. Daß in den Versuchen von HILDEBRANDT und JÖCKEL (1980) bei Semmelmehl mit separatem Wasserzusatz mehr Eiweiß in Lösung ging als mit eingeweichtem Brötchen, könnte seine Ursache im Einsatz der Kuttertechnologie haben. Mit vorgekochtem Bruchreis, welcher in der Stärkebeschaffenheit am ehesten mit Brötchen verglichen werden kann, traten auch in BUSCHKIEL'S (1982) Versuchen die größten Sterilisationsverluste als Folge des hohen Wassergehaltes auf. Zu einer Ausschwemmung des Gels kommt es dagegen nicht, das gesamte Bindegewebe bleibt vielmehr erfaßbar, wie im Vergleich zur cerealienfreien Probe sichtbar wird.

Eine Kombination von Semmelmehl und Vollei als Bindemittel führt hingegen zu den deutlichsten analytischen Verschiebungen. Im Rohprodukt sinkt der relative Volumenanteil des Bindegewebes um etwa 1/4 ab, erhitzt erreicht er denselben Wert wie bei Faschola-Verwendung.

Die Erhitzung verursacht eine Eiweißgerinnung, durch welche sich das Fremdeiweiß leichter unter dem Mikroskop differenzieren läßt. Allerdings kommen auch im cerealienfreien Produkt

homogen strukturlose Partien vor, die zweifelsfrei Muskelanteile darstellen. Bei Volleizusatz wurde daher ein Gewebstreffer, der auf das schwächer angefärbte (Fremd)eiweiß entfiel, im Zweifelsfall der Skelettmuskulatur zugeschlagen. Trotz starker Ähnlichkeit mit dem Eiklar trat auch hier der Alginatanteil färberisch so gut wie nicht in Erscheinung, entsprechend der Beschreibung SINELL's (1961).

Prinzipiell läßt sich zwar ein Fremdeiweißzusatz unter dem Mikroskop erkennen, wie in der Literatur mehrfach beschrieben wird (KUSCHFELD 1975, LINKE 1982, SCHULZE und REUSSE 1978, SUZUKI-CHO 1977). Dennoch darf man nicht erwarten, sämtliche proteinreichen Trägersubstanzen, die sich in Verbindung mit geringsten Gewürzmengen im Handel befinden, histologisch identifizieren zu können (KUSCHFELD 1975).

Chemisch analytisch betrachtet verursacht der Eizusatz einen Anstieg des Gesamteiweißes,in welchem sich derselbe Bindegewebsanteil prozentual kleiner ausnimmt. Dieser Vorgang täuscht eine bessere Qualität des verwendeten Fleisches vor. Gegebenenfalls könnte bei amtlichen Untersuchungen der über Cholesterin nach RIFFART und KELLER (zit. HUBER 1957) bestimmte Eigehalt in Abzug gebracht werden. Die hohe Wiederfindungsrate dieses Verfahrens bestätigte HUBER (1957) in Modellversuchen.

Ein Gemisch aus Semmelmehl und Zwiebeln verursacht erwartungsgemäß keine gravierenden Abweichungen des analytisch erfaßbaren Kollagenanteils. Ob der Wasseranteil der Zwiebel beim Erhitzen zu vermehrter Gelbildung des Kollagens führt, läßt sich aufgrund des niedrigen Bindegewebsgehaltes im erhitzten Produkt nur als Vermutung aussprechen. Bei der chemischen Untersuchung äußert sich der Zwiebelzusatz nur in geringfügig verminderten Bindegewebswerten. Dabei ändert sich der Wasseranteil bei 8% Zwiebeln nur wenig. Wichtiger erscheint das Verhalten des Proteinanteils, der die Änderung des Kollagengehalts herbeiführt. In diesem Zusammenhang schlugen GISSEL et al. (1983) und GEMMER (1982) vor, Bouletten nicht zu reklamieren, wenn außer dem Fremdwasser die chemischen Analysenergebnisse der Norm entsprechen, da ja Bindemittel und Zwiebel Wasser mitbringen. Analytisch darf der Fremdwasseranteil also nicht

überbewertet werden, weil unterschiedliche Ausmahlungsgrade der Getreide und wechselnde Ausbratverluste eine Fehlerquelle für die analytische Aussage bilden, welche selbst bei Kenntnis der Rezeptur und Technologie kaum quantifiziert werden kann.

Wenn die Kollagenquellung als einziger Faktor für die Verschiebung der Bindegewebs/Skelettmuskulatur Relation verantwortlich wäre, müßte unabhängig vom Bindemittelzusatz in allen Rohprodukten ein konstanter Kollagengehalt histometrisch gefunden werden, weil die Gelatinierung nur bei einer Temperaturerhöhung über 50° C stattfindet. Aber auch im unerhitzten Zustand liegen die Kollagenvolumina der cerealienhaltigen meist unter denen der cerealienfreien Proben. Weil Kollagenvolumina immer in Relation zur Skelettmuskulatur gesetzt werden müssen, ist damit eine histologisch erfaßbare Verschiebung des Skelettmuskelvolumens wahrscheinlich. Darauf weist auch die von HILDEBRANDT und JÖCKEL (1982) festgestellte Abhängigkeit zwischen Streck- und Bindemittel sowie Brätentstehung hin. Ebenso spielt die Verwechselung von Fremd- und Muskelprotein sicher eine Rolle, wie aus Vorversuch IV hervorgeht.

5.3.3 Einfluß unterschiedlicher Fleischqualitäten auf das Kollagenvolumen (Versuch C)

Sowohl bei der chemischen wie auch der histometrischen Analyse kommt der unterschiedliche Bindegewebsgehalt der verwendeten Fleischqualitäten sehr deutlich im Untersuchungsergebnis zum Ausdruck. An den nach fallenden Bindegewebsanteilen geordneten Profilen fällt in der Histometrie auch in diesem Versuch die Erhöhung des Bindegewebsanteils nach Mikrowellenerhitzung auf. Zudem erreichen die cerealienhaltigen (Semmelmehl) Proben ebenfalls höhere Bindegewebswerte. Zwischen der Bindegewebsmenge und den überprüften Einflußfaktoren "roh-erhitzt" sowie "mit Cerealien-ohne Cerealien" bestehen keine Interaktionen. Bei der chemischen Analyse liegen die Ergebnisse eines Versuchsansatzes insgesamt dichter zusammen. Eine außerordentlich große, wahr-

scheinlich durch inhomogene Teilproben bedingte Streuung tritt bei der Untersuchung von Rinderdünnung auf.

Prinzipiell liegen die Bindegewebsvolumina der rohen und erhitzten cerealienhaltigen Proben weiter auseinander als bei den cerealienfreien Parallelproben. Hieraus leitet sich die Schlußfolgerung ab, daß Restwasser aus dem Semmelmehl zur Verleimung des Bindegewebes dient. Ohne Feuchtigkeitspuffer tritt Wasser bzw. Sarkoplasma im cerealienfreien Material dagegen so schnell aus, daß eine umfangreiche Verleimung ausbleibt.

Durch den gleichmäßigen Cerealienzusatz und damit nahezu identischen Feuchtegehalt ist der absolute Unterschied einander entsprechender roher und erhitzter Proben unabhängig vom Bindegewebsanteil nahezu gleich. Bei geringem Bindegewebegehalt muß demnach eine stärkere relative Verleimung stattfinden. Ohne Cerealienanteil zeigen die Profile eine abnehmende absolute Verleimung mit fallenden Bindegewebsmengen. Damit ist der relative Verleimungsgrad zumindestens als gleichbleibend anzusehen, was durch den schnelleren und größeren Feuchte-Verlust der cerealienlosen Proben auch plausibel erscheint. Weil die chemischen Bindegewebswerte im rohen und erhitzten Material auch bei sinkenden Kollagenmengen eng zusammenliegen, gilt eine Beeinflussung der Methode durch die Gelatinisierung des Bindegewebes als unwahrscheinlich.

Unterschiede zwischen chemischen und histometrischen Werten werden wahrscheinlich nicht nur vom Kollagen, sondern auch durch das mit dem Wasseranteil der Skelettmuskulatur wechselnde histometrische Volumen beeinflußt. Auf die Bedeutung dieses Faktors deuten auch GERIGK's (1961) Untersuchungen mit einem Anstieg des Kollagens und einem Absinken des Muskulaturanteiles bei zunehmender Reifungsdauer von Rohwürsten, sowie die von anderen Autoren festgestellte histometrische Muskelschrumpfung hin (KOTTER 1955 und 1957, SINELL 1960).

Die chemischen und histometrischen Bindegewebsanteile der verwendeten Fleischsorten liegen in einem auch von anderen Untersuchern angegebenen Bereich (BENTLER 1964, BERTLING 1978 und 1979, HAMOIR 1951, LAMPING und FRIES 1984, LINKE und ARNETH 1970, LINKE et al. 1965, MÖHLER und ANTONACOPOULOS 1957, SCHÖNBERG und LOCHMANN 1957, SINELL 1960, SINELL und HÖPKE 1963).

Die gute Übereinstimmung der Bindegewebsprofile, die unabhängig von Erhitzung und Bindemittelzusatz besteht, verdeutlicht, daß auch für gegarte Bouletten und ähnliche Erzeugnisse über die Histometrie und die chemische Analyse Aussagen über die verwendete Fleischgrundlage möglich sind.

Bemerkenswert erscheint, daß die aus Rinderdünnung hergestellten Produkte - läßt man die hygienischen Bedenken unberücksichtigt - qualitativ etwa das Niveau einer Mischung aus 50% Rindergehacktem und 50% Schabefleisch erreicht. Arbeiten über den Bindegewebsanteil von Tierkörperteilstücken geben meist ein anderes Bild. Danach nimmt der histometrische Bindegewebsanteil in Hesse mit über 30 Vol% sehr hohe Werte an (LINKE und ARNETH 1970, LINKE et al. 1965, SINELL 1960).

5.4 Gegenüberstellung der Ergebnisse

Die Ergebnisse der chemischen und histometrischen Untersuchung lassen sich schon aufgrund ihrer unterschiedlichen Berechnungsgrundlagen nicht unmittelbar miteinander vergleichen. Zwar wurden von anderen Autoren gute Korrelationskoeffizienten ermittelt, aber der Verlauf der Regression hängt von der Art des untersuchten Materials ab (LINKE et al. 1965). In der Genauigkeit erreicht die Histometrie auch nach KOTTER und PRÄNDEL (1958) nicht ganz die Hydroxyprolinmethode. Die Histometrie stützt sich auf eine direkte Darstellung der Gewebe und mißt die Flächenanteile von Bindegewebe und Skelettmuskulatur aus. Die Eiweiß- und Kollagenbestimmung basiert hingegen auf dem colorimetrischen Nachweis von Stickstoff und Hydroxyprolin. Zur exakten Umrechnung wäre die Kenntnis des spezifischen Gewichtes der histologischen Schnitte vonnöten. Daneben beeinflussen noch zahlreiche andere Faktoren, wie Stickstoffsequenz, Autolyse, Verleimung, Zerkleinerung etc. das Verhältnis von chemisch und histometrisch ermitteltem Kollagenanteil. Dennoch läßt sich bei den Hackfleischuntersuchungen innerhalb der Versuchsgruppen "roh-erhitzt" und "cerealienhaltig-cerealienfrei" eine deut-

liche lineare Korrelation der Ergebnisse beider Verfahren erkennen (Abb. 9). Die Bindegewebsmengen sind aber nicht so hoch, daß der nach SINELL (1960) bei extrem hohen Kollagenwerten einsetzende hyperbelartige Verlauf der Korrelation entsteht.

Aufgrund des engen statistischen Zusammenhangs können beide Methoden zur Ermittlung des relativen Bindegewebsanteiles an Bouletten auch in der Überwachung eingesetzt werden. Den Bereich zwischen 5 und 35 Vol% bzw. %BGE i.FE erfassen sie mit hinreichender Repräsentanz.

Die Modellversuche zum Einfluß von Bindemitteln beschränkten sich auf die fleischfremden koagulationsfähigen Proteinträger Vollei, sowie den natürlicherweise in cerealienhaltigen Bindemitteln vorhandenen Eiweißanteil. Die Rezepturen entsprachen somit einer Herstellung nach redlichem Handelsbrauch. Hierbei zeigt sich die chemische Analyse anfälliger für Verschiebungen durch Fremdeiweißzusätze als die Histometrie. Für ein "unredlich" produziertes Produkt, welches durch Verarbeitung chemisch schwer nachweisbarer Fremdeiweiße "analysenfest" gemacht worden ist, empfiehlt sich ein quantitativer histologischer Kollagennachweis, weil dabei eine tinktoriell-morphologische Komponentendarstellung erfolgt und Fremdeiweiße z. T. eliminiert werden können (KUSCHFELD 1975, SCHULZE und REUSSE 1978, LINKE 1982). Diese Empfehlung gilt um so mehr als der serologische Ochterlony-Test bei Bouletten versagt (SCHULZE und REUSSE 1978).

Die vergleichenden Untersuchungen zeigen, daß bei Anwesenheit von Cerealien im Untersuchungsmaterial der histometrisch nachweisbare Kollagenanteil um mindestens 1,5% im rohen und mindestens 0,8% im erhitzten Probenmaterial gegenüber dem wirklichen Bindegewebsanteil des cerealienfreien Untersuchungsmaterials absinkt. Dagegen beträgt der "Kollagenschwund" in der chemischen Analyse günstigstenfalls nur 0,3% im rohen und erhitzten Probengut. Infolgedessen können bei histometrischer Analyse zerkleinerter Fleischprodukte mit Cerealienzusatz zur Ergebniskorrektur bei roher Ware 1,5% und bei erhitzter Ware 0,8% ad-

diert werden; die Korrektur der chemischen Werte kann vernachlässigt werden.

Weil die Histometrie durch Kollagenquellung und die Chemie durch Fremdeiweißzusätze verfälscht werden, läßt sich die optimale Untersuchungsart nicht eindeutig festlegen, vielmehr hängt sie von der Beschaffenheit des Produktes ab. Obgleich die histometrische Technik als zeitaufwendig gilt, sollte man bei Verdacht auf hohe Fremdeiweißzusätze eine histologische Untersuchung in Erwägung ziehen. Zwar liefert die chemische Analyse die gleichmäßigeren Ergebnisse, doch liefert die Histometrie auf einen Blick mehr Informationen über die Häufigkeit und Verteilung aller Komponenten. Besonders hervorzuheben sind hier die Merkmale der Architektur des Untersuchunsmaterials, also Form und Größe der Partikel, Brühwurstbrätverwendung, Kopffleischzusatz sowie im Falle der Rohproduktuntersuchung die Stärkeidentifikation. Auch die Archivierbarkeit als Beweismaterial des nach erfolgter histologischer Untersuchung unzerstörten Schnittes, der beliebig oft Kontrolluntersuchungen unterzogen werden kann, wäre zu erwähnen.

Betrachtet man beide Methoden als gleichwertig, so wird sich durch die Selektion der Praxis die am besten geeignete Methode behaupten.

Da es sich um Modellversuche handelt, in denen aus Frischfleisch haushaltsüblich und küchengerecht hergestellte Bouletten untersucht wurden, sind die Ergebnisse gleichzeitig als Anhaltspunkt für ein einwandfreies Produkt anzusehen. Wesentliche Abweichungen von diesen Werten stellen den Ausdruck einer Qualitätsminderung dar.

6. ZUSAMMENFASSUNG

In einer Reihe von Modellversuchen sollte überprüft werden, ob vom chemisch oder histometrisch ermittelten Bindegewebsanteil in cerealienhaltigen Hackfleischerzeugnissen auf den Kollagengehalt der verwendeten Skelettmuskulatur geschlossen werden darf. Gleichzeitig war festzustellen, inwieweit die Histometrie Verfälschungen der Analysenergebnisse, die aufgrund von Fremdeiweißzusätzen zu erwarten sind, aufzufangen vermag. Zu diesem Zweck wurde eine Modifikation der Färbung mit Lugol'scher Lösung eingesetzt. Sie ließ sich in Form einer Trichromfärbung mit der Calleja-Anweisung kombinieren.

Um den Einfluß verschiedener technologischer Faktoren auf die Analytik zu erfassen, gliederten sich die Modellversuche in vier Abschnitte. Zu jedem dieser Ansätze wurde Hackfleisch mit und ohne Cerealienzusätze parallel untersucht, wobei die stärkefreien Proben als negative Kontrolle fungierten.

Die Erfahrungen aus den Modellversuchen lassen sich in folgenden Aussagen zusammenfassen:

1. Die chemische und histometrische Bindegewebsbestimmung stehen sich bei Bouletten und ähnlichen Erzeugnissen gleichwertig gegenüber. So läßt die Regressionsanalyse einen engen linearen Zusammenhang zwischen der histometrischen und der chemischen Methode erkennen. Je nach Zubereitungs- und Garungstyp liegt der Korrelationskoeffizient zwischen 0,91 und 0,94. Die schlechtere Korrelation tritt bei erhitzten Produkten mit und ohne Cerealien auf. Die mikroskopische Untersuchung wird stärker vom Quellungszustand des Kollagens beeinflußt, während die insgesamt weniger störanfällige chemische Analyse eher auf den Fremdeiweißanteil im Binde- und Streckungsmittel anspricht.

2. Unabhängig vom Einfluß verschiedener Zubereitungsformen (Garen in siedendem Wasser, Mikrowellenerhitzung, sautieren im Fett bei offener Pfanne) erlauben beide Methoden der Bin-

degewebsgehaltsbestimmung in cerealienhaltigen Hackfleischerzeugnissen einen vorsichtigen Rückschluß auf die Beschaffenheit des verarbeiteten Ausgangsmaterials.

3. Die Verarbeitung unterschiedlicher Binde- und Streckmittel verschiebt das wirkliche Bindegewebs-Muskeleiweiß-Verhältnis häufig zuungunsten, manchmal aber auch zugunsten der Kollagenkomponente.

4. Bei Verwendung von Hackfleischsorten mit unterschiedlichem Bindegewebsgehalt (n=6) ist trotz der störenden Einflüsse von Erhitzung und Cerealienzusatz eine deutliche Beziehung zum Kollagenanteil des Ausgangsmaterials gegeben. Allerdings muß nach Bindemittelzusatz mit einem Absinken des histometrisch nachweisbaren Kollagenanteils um mindestens 1,5% im rohen und 0,8% im erhitzten Zustand gegenüber dem wahren Bindegewebsanteil des cerealienfreien Materials gerechnet werden. Für die chemische Analyse hingegen beträgt der "Kollagenschwund" im rohen und erhitzten Material im günstigsten Fall nur 0,3%.

5. Wegen der vielfältigen Einflußmöglichkeiten auf den erfaßbaren Kollagenanteil sollten Untersuchungsresultate bei rohen und erhitzten cerealienhaltigen Erzeugnissen vorsichtig interpretiert und nur deutliche Unterschreitungen des Grenzwertes für den relativen BEFFE-Wert beanstandet werden.

7. SUMMARY

The Study examined in a number of experiments whether chemically or histometrically ascertained connective tissue in minced meat products containing cereal extenders ("Frikadelle") allows conclusions to the collagen content of the processed skeleton muscle.

Simultanously I tried to find out how far the histometric method is able to compensate unavoidable analysis errors caused by extraneous protein. To that purpose modified colouring of Lugol's solution was used, which could also be prepared as trichrome colouring by Calleja.

For measuring the influence of different technology factors on the two methods used, the experiment was split into four steps. In each of them the minced meat samples were examined with or without cereal added, the starchless samples were used as negative controls.

The results of the experimtents can be listed as follows:

1. The chemical and the histometric determination of connective tissue in hamburgers and those products containing cereal and protein extenders are of equal use, as can be shown by the linear running relationship between histometry and chemistry in the analysis of regression. Depending on the way of processing and cooking the correlation coeffizient rises from 0,91 to 0,94 and is smaller in cooked products. The microscopic examination is more easily disturbed by the soaked collagen, whereas the all in all less disarrangable chemical analysis tends to be flawed by the addition of non-meat-protein contained in extenders.

2. Independent from various influences in preparation and cooking (boiling water, microwave, dry fat frying) both methods for the determination of connective tissue in minced meat products containing cereals allow cautious conclusions in regard to the processed ground meat.

3. Processing of different binding and lengthening materials often alters the real connective tissue-muscle-relation; usually the collagen content decreases, sometimes, however, increases can be shown.

4. The use of minced beef samples with differing connective tissue contents (n=6) shows a marked coherence to the ground meat originally used, in spite of all distortions by the heating process and the addition of cereals. Nevertheless one has to reckon with decreasing collagen content; histometrically one can prove at least 1.5% in raw meat and 0.8% in heated meat (compared to the real collagen content of ground meat without extenders). The chemical analysis yields a "loss" of collagen in the range of at least 0.3%.

5. Due to the various influences on the measurable collagen content examination results in raw and cooked products should be very carefully interpreted; only in case of obvious violations of minimum BEFFE-limits (connective tissue free meat protein) should legal steps be taken.

8. LITERATURVERZEICHNIS

ABALDOWA,-., -.DAULBAEWA,-. MAKAEW, und -.HLEBNIKOW (1978):
Die Veränderung des Bindegewebes bei Fleisch bei der Mikrowellenerhitzung (22. Europ. Fleischerkongreß)
ref. Krispien, K. (1978)
Fleischwirtsch. 58, 624

AGNISCHOCK, H.-H.(1966):
Der Einfluß verschiedener HCl-Konzentrationen auf das histometrisch ermittelbare Bindegewebseiweißvolumen bei Brühwürsten
München, Univ., Veterinärmed. Fak., Diss.

ALTERAUGE, W. (1963):
Verkauf von Frikadellen mit Brotzusatz in Gastwirtschaften
Arch. Lebensmittelhyg. 14, 80

ALTS (1967):
Beschluß
Ergebnisprotokoll 4. ALTS, Berlin

AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS (1962):
Cereal laboratory methods
St. Paul, Minnesota, USA 7. Auflage

Amtliche Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 35 LMBG
s. BGA

ANTONACOPOULOS, H. (1957):
Vorschläge zur quantitativen Bestimmung des Bindegewebes in Fleisch und seinen Zubereitungen
München, Univ., nat. Fak., Diss.

ARNETH, W. (1979):
Untersuchung zur schnelleren Eiweißhydrolyse für die Hydroxyprolinbestimmung in Fleisch und Fleischwaren
Dtsch. Lebensm. Rdsch. 75, 24

ARNETH, W. und R. HAMM (1970):
Über die Hydroxyprolinbestimmung zur Ermittlung des kollagenen Bindegewebes in Fleisch und Fleischerzeugnissen
Z. Lebensm. Unters. u. Forsch. 143, 336

ARNETH, W. und R. HAMM (1971):
Untersuchungen zur Methodik der Hydroxyprolinbestimmung in Fleisch und Fleischwaren
Fleischwirtsch. 51, 1523

BAILEY, A. J., D. J. RESTALL, T. J. SIMS, und V. C. DUANCE (1979):
zit. HAMM, R. (1980):
Aktuelle Fragen der internationalen Fleischforschung
Fleischwirtsch. 60, 1393

BANZER-FRIEBEL (1964):
Die Hotel- und Restaurationsküche
Fachbuchverlag Dr. Pfannenberg u. Co, Gießen

BARTELS, H. (1965):
Obergutachten an Amtsgericht Arnsberg.
zit.: LG Wiesbaden, Urt. 4.2.1970 (NS 9/68)

BARTELS,H. (1969):
Zusammensetzung von "Hamburgers"
Fleischwirtsch. 49, 1577

BARTELS, H. (1972):
Innereien und Wurstbrät mit und ohne Hülle in Fridadellen?
Fleischwirtsch. 52, 809

BAYRISCHES STAATSMINISTERIUM DES INNEREN (1980):
Schreiben betr. Auslegung des Begriffs "Bauchmuskulatur"
(IE 6-5060-7/1/80)
in: Zusammenfassung Beilage Gesetze und Verordnungen
Z. Lebensm. Unters. Forsch. 172, 39 (1981)

BENGER, H., I. POYER, H. LORENZ und A. SCHINZL (1969):
Genauigkeit der Bestimmung von 4-Hydroxyprolin in Fleisch- und Wurstwaren
Z. Lebensm. Unters. u. Forschg. 139, 201

BENTLER, -. (1961):
Zur Frage der Verarbeitung von Innerein in Frikadellen
Arch. Lebensmittelhyg. 12, 283

BENTLER, W. (1964):
Einfluß der Zerkleinerung von Rohfleisch auf das histometrisch ermittelbare Bindegewebsvolumen und die Bedeutung der Mischfarben
Fleischwirtsch. 44, 440

BENZ.- (1977):
Hamburger und Frikadellen; Zusammensetzung, Verbrauchererwartung, Leitsätze
Fleischwirtsch. 57, 219

BERLINER KAMMERGERICHT (1956):
2. Strafsenat, Urt. v. 26.1.1956 Ss 507/55 (299/55)

BERLINER KAMMERGERICHT (1974):
Urt. v. 3. Okt. 74-12; Ss 308,73 (39.74)

BERNSDORF, W. (1936):
Histologische Untersuchung der Berliner Bouletten
Berlin, Humboldt Univ., vet. med. Fak., Diss.

BERTLING, L. (1964):
Über Frikadellen, Klopse und ähnliche Fleischzubereitungen
Fleischwirtsch. 44, 871

BERTLING, L. (1975):
Hühnereiweiß für Frikadellen und Fleischeinlage bei Kohlrouladen
Fleischwirtsch. 55, 762

BERTLING, L. (1977):
Herstellung und Beurteilung von Frikadellen, Fleischklopsen, -klößchen, -füllungen u.ä. Erzeugnissen
Fleischwirtsch. 57, 1743

BERTLING, L. (1978):
Zum Bindegewebsanteil bei Frikadellen u. ähnlichen Erzeugnissen
Fleischwirtsch. 58, 1635

BERTLING, L. (1979):
Zum Bindegewebsanteil bei Tartar (Schabefleisch, Beefsteakhack)
Fleischwirtsch. 59, 46

BERTLING, L. (1980):
Zur Beurteilung von Suppen und Soßen
Fleischwirtsch. 60, 2164

BEUK, J. F. et al. (1971):
US Patent No. 2.903.362
in: Produktion of tender beef
R.L. Josef, Food manufacture 10/29
zit. TILGNER (1974)

BEYTHIEN, -. und W. DIMAIR (1972):
Laboratoriumsbuch für den Lebensmittelchemiker,
S. 153:
Nachweis und Bestimmung von Bindemitteln
Verlag Giesela Liedl, München

BGA (1982):
Amtliche Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 35 LMBG - L06 00 13
Beuth-Verlag, Berlin, Köln

BUNDESDRUCKSACHE 7255 S. 32
zit. ZIPFEL (1983)

BUNDESMINISTERIUM FÜR JUGEND, FAMILIE UND GESUNDHEIT (1976):
Schreiben vom 28.10.1976, 422-7510-201

BUNDESMINISTER FÜR JUGEND, FAMILIE UND GESUNDHEIT (Hrsg.) (1982):
Deutsches Lebensmittelbuch
5300 Bonn 2 Roco Druck 3340 Wolfenbüttel

BUNDESFACHVERBAND GROSSKÜCHEN, MANNHEIM (1975):
Rezepturen für Königsberger Klopse aus dem Großküchenbereich
Fleischwirtsch. 55, 1566
zit. TIMM, F. und A. V. KOZLOWSKI (1975)

BUNDESVERBAND DER DEUTSCHEN FLEISCHWARENINDUSTRIE e.V. (1975):
Richtlinien für Kohlrouladen
Fleischwirtsch. 55, 1687

BUSCHKIEL, H. (1977):
Hackfleisch-Verordnung: Beurteilung von Frikadellen, Fleischklopsen, Fleischklößchen und Fleischfüllungen
Fleischwirtsch. 57, 661

BUSCHKIEL, H. (1982):
Untersuchungen über Gewichts- und Inhaltsveränderungen von Fleischklopsen bei der Herstellung als Konserven
Ergebnisprotokoll 34. ALTS, Berlin

CHRISTEN,-. (1977):
Zusammensetzung, Verbrauchererwartung und lebensmittelrechtliche Beurteilung von Frikadellen (Bouletten)
Fleischwirtsch. 57, 822

CROSS, H.-R., M.S. STANFIELD, und E.C. GREEN (1975):
Effect of fat and textured soy protein content on consumer acceptance of ground beef
J. Food Sci. 40, 1331

DAGERSKOG, M., und P. SÖRENFORS (1978):
A comparison between four different methods of frying meat patties. I. Heat transfer, yield and crust formation
Lebensmittel-Wissenschaft und -Technologie 11, 306

FAILING, K. und N. VICTOR, (1979):
Verzerrungsmöglichkeiten der Ergebnisse morphometrischer Methoden durch praktische Gegebenheiten
25. Biometrisches Kolloquium 1979, Bad Nauheim; S. 23

DEUTSCHES LEBENSMITTELBUCH (1984):
s. BUNDESMINISTER FÜR JUGEND, FAMILIE UND GESUNDHEIT

DEUTSCHER FLEISCHER VERBAND (1965):
Die neue Hfl-VO mit Erläuterungen des D.F.V.
Verlagshaus Sponholz, 6 Frankfurt/Main 1965

DEUTSCHER FLEISCHER VERBAND (1981):
Geschäftsbericht 1981
zit. SCHMIDT 1982

DÖRING, K. (1976):
Färbungen zum Nachweis tierischer Verunreinigungen in Rohwaren
Berlin, Technische Univ., landbauwissenschaftl. Fak., Diss. 46/083; S. 31

EBERLEIN, W. (1961):
Grundlagen für die Beurteilung des Kollagenvolumens von Rohwürsten
München, Univ., veterinärmed. Fak., Diss.

F.F.W. (1980):
Hamburger
Fleischerei 31, 990

FIELD, R.A, A.-M. PEARSON, D.E. KOCH, und R.A. MERKEL (1970):
Thermal behaviours of porcine collagen as related to post mortem time
J. of Food Sci. 35 (2), 113

FLEISCHER-INNUNG (1964):
Rundschreiben der Fleischer-Innung Frankfurt/Main und Wiesbaden, 28.2.1964

FLEISCHER-OFFERTEN-DIENST (1963):
Die rechtliche Seite der Zusammensetzung von Frikadellen
Fleischer Offerten Dienst Nov. 1963

FLEISCHER-VERBAND HESSEN (1968):
Vereinbarung des Verbandes mit privaten und amtlichen tierärztlichen Sachverständigen in Hessen vom 26.1.1968

FLEMMIG, R. (1967):
Verarbeitung von Dünnung zu Hackfleisch
Fleischwirtsch. 47, 737

FLEMMIG, R. und H. SACHS (1965):
8. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes Lebensmittelhygiene der Deutschen veterinärmedizinischen Gesellschaft
Fleischwirtsch. 45, 51

FORSCHNER,E. (1961 a):
Volumendifferenzen bei der Histometrie von rohem und erhitztem Fleisch
Arch. Lebensmittelhyg. 12, 221

FORSCHNER, E. (1961 b):
Vergleichende histometrische Untersuchungen von Rohfleisch mit dem Integrationsokular und Point-Counter
Arch. Lebensmittelhyg. 12, 280

FREYBE, C. (1954):
Aus der Praxis der Hackfleisch VO
Vieh- und Fleischwirtsch. 6, 140

FRIES, R. (1979):
Überlegungen zur Einteilung und Bezeichnung von geformten Erzeugnissen aus zerkleinertem Fleisch
Arch. Lebensmittelhyg. 30, 228

GASSNER, G. UND F. BOTHE, (Hrsg.) (1973):
Mikroskopische Untersuchung pflanzlicher Lebensmittel
4. Auflage, bearbeitet v. F. Bothe, Gustav Fischer Verlag Stuttgart

GEMMER, N. (1965):
Zur Frage des zulässigen Bindegewebsgehalts für Hackfleisch aus der Sicht der durch die Hackfleisch-VO gegebenen Rechtssituation
Arch. Lebensmittel-Hyg. 16, 199

GEMMER (1967):
Ergebnisprotokoll 4.ALTS Berlin, 1967

GEMMER, H. (1981):
Diskussionsbemerkung zum Thema "Wurstklops"
Ergebnisprotokoll 31. ALTS, Berlin

GEMMER, H. (1982):
Herstellung von Frikadellen
Fleischwirtsch. 62, 1530

GERIGK, K. (1961):
Histometrische Untersuchungen von Rohwürsten I. und II. Qualität
Fleischwirtsch. 41, 928

GERIGK, K. (1964):
Verwendung von Stärke und Kopffleisch bei der Herstellung von Frikadellen
Fleischwirtsch. 14, 904

GERIGK, K. (1977):
Die Mikroskopie des Fleisches und der Fleischerzeugnisse
in: Handbuch der Mikroskopie in der Technik, Bd. VIII.,
Umschau Verlag Frankfurt/Main, S. 267

GISSEL, -.(1983):
Zusammensetzung von Frikadellen u. ähnlichen Erzeugnissen
Ergebnisprotokoll 35. ALTS, Berlin

GRAU, R., O. FLEISCHMANN und A. SCHWEIGER (1963):
Bestimmung von Bindegewebe mittels der Hydroxyprolinmethode und von Verdickungsmitteln
Fleischwirtsch. 15, 295

GRAU, R. (1969):
Fleisch und Fleischwaren
Parey Verlag, Berlin u. Hamburg

GRAUMANN, W. (1953):
Erfahrungen mit Bleitetraacetat als Oxydans für 1,2 Glykole
Zschr. wiss. wiss. Mikrosk. 61, 361

GRAUMANN, W. (ohne Jahr):
Die histochemische Reaktion der Knorpelgrundsubstanz mit Perjodsäure und Bleitetraacetat
Mikroskopie 8 218
zit. nach ROMEIS (1968)

GROSSFELD, J. (1921):
Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und -Forschung 48, 29
zit. BEYTHIEN -. und DIMAIR, W. (1972)

GÜHNE; W. (1972):
Die geschmackliche Differenzierung von Geflügelfleisch in verschiedenen Fleischmischungen Arch. Geflügelk. 36, 29

GÜNTHER, F., O. BURCHKHARDT und I. OOSTINGA (1969):
Zur Untersuchung von Fleisch und TVP Erzeugnissen
Fleischwirtsch. 49, 474

HADLOCK, R. (1975):
Untersuchung zur Zusammensetzung von Königsberger Klopsen
Ergebnisprotokoll 20. ALTS, Berlin

HAMOIR, G. (1951):
The Biochemistry of Fish
Cambridge 1951
zit. TILGNER 1976

HAMM, R. (1972):
Kolloidchemie des Fleisches
Parey Verlag Berlin, Hamburg

HAMM, R. and -. DEATHERAGE (1960):
Changes in hydration solubility and protein charges of muscle proteins during heating of meat.
Food Res. 25, 287

HAMM, R. (1976):
Aktuelle Fragen der internationalen Fleischforschung
Fleischwirtsch. 56, 881

HARMS, F. (1975):
Über Zusammensetzung u. Beurteilung von Fleischgerichten in Soßen
Arch. Lebensmittelhyg. 26, 93

HARMS, H. (1965):
Handbuch der Farbstoffe für die Mikroskopie
Staufen Verlag 1965, Paul Bercker, Kamp-Linfort

HASHIMOTO, Y. und YASUI (1957):
J. of Fac. Agric. Hokkaido Univ. 50, Pf. 3, 1971(1957)
zit. GRAU, R. (1969)

HEMPEL, H. (1963):
Über geeignete Methoden zur Untersuchung von Hackfleisch
Berlin, Humboldt Univ., veterinärmed. Fak., Diss.

HENNIG, A. (1957 a):
Diskussion der Fehler bei Volumenbestimmung mikroskopisch kleiner kugeliger Körper oder Hohlräume aus Schnittprojektionen
Zschr. wiss. Mikrosk. 63, 67

HENNIG, A. (1957 b):
Fehler bei der Oberflächenbestimmung von Kernen bei endlicher Schnittdicke
Mikroskopie 12, 7

HEPP, L. (1958):
Gedanken zur Neufassung der Hackfleisch-VO
Arch. Lebensmittelhyg. 9, 14

HEPP, L. (1962):
Hackfleischherstellung und Hackfleischverkauf
Fleischwirt. 14, 111

HILDEBRANDT, G. und J. JÖCKEL (1980):
Die Nachweismöglichkeit von wie Brühwurstbrät fein zerkleinertem Fleisch in Modellversuchen
Fleischwirtsch. 60, 392

HILDEBRANDT, G., F. KRETSCHMER, und H. BERNER (1976):
Sind Rezepturen normalverteilt?
Fleischwirtsch. 56, 321

HILDEBRANDT,G., O. DORNHEIM, L. HIRST und R. KÖNIGSMANN (1982):
Die Zuverlässigkeit der histometrischen Bindegewebsbestimmung in Fleischerzeugnissen
Fleischwirtsch. 62, 1464

HILSE, G. (1973):
Richtlinien für Fleischgerichte in Soßen
Fleischwirtsch. 53, 944

HOLMES, A. H. (1927):
Petrographic methods and calculations
Verlag Murby u. Co, London

HOLTHÖFER-NÜSE:
Sammlung lebensmittelrechtlicher Entscheidungen
Band III, 1964, 4, 286
Band IV, 1965, 168

HOSPER, W.(1971):
Wasserschüttung bei Frikadellen
Fleischwirtsch. 51, 1016

HUBER, H. (1957):
Untersuchungsergebnisse bei Frikadellen
Dtsch. Lebensm. Rdsch. 4/53, 86

KALTWASSER, E. (1976):
Eine Methode zur reduktometrischen Bestimmung von Stärke in Fleischerzeugnissen
Fleischwirtsch. 56, 858

KELCH, F. (1961 a):
Fleischklopse, Frikadellen und Hackbraten
Fleischwirtsch. 13, 64

KELCH, F. (1961 b):
Untersuchung und Beurteilung von Wurstwaren
Fleischwirtsch. 13, 114

KERP,-. und -. RIESS (1925):
Über die Brauchbarkeit der Feder'schen Zahl zur Beurteilung des Wassergehaltes von Hack- und Schabefleisch sowie von Fleischbrühwürsten und Fleischkochwürsten
Zschr. Untersuchung Nahrungs- und Genußmittel 43, 240

KIEDROWSKI, L. (1957):
Ist die Hackfleisch-VO änderungsbedürftig?
Berlin, Münch. tierärztl. Woschr. 70, 368

KLARE,-. (1972):
Gepökelte Frikadellen
Fleischwirtsch. 52, 546

KLEIN, H. (1955):
Zum Nachweis von Vegetabilien in Wurstwaren
Arch. f. Lebensmittelhyg. 6, 229

KLEIN, H. (1961):
Sollen Fehlfabrikate erneut verarbeitet werden?
Fleischwirtsch. 13, 932

KLEMM, G. (1966):
Qualitätsbeurteilung von Frikadellen auf Grund histometrischer Untersuchungen
Fleischwirtsch. 46, 22

KÖNIGSMANN, R. (1978):
Vergleichende Untersuchungen über die Eignung der Fernsehbildanalyse zum quantitativen Knochennachweis in Fleischerzeugnissen
Berlin, Freie Univ., Fachber. veterinärmed., Diss., Jour. Nr. 944

KOPP, J. (1971):
Einfluß der Temperatur, Kochzeit und Kochsalzkonzentration auf die Löslichkeit des Kollagens
Fleischwirtsch. 51, 1647

KORSCHGEN, B.M., R.E. BALDWIN, J.M. VANDEPOPULIERE and W.D. RUSSEL (1978):
Quality of ground turkey patties
Poul. Sci. 57, 111

KOTTER, L. (1955):
Neue Wege bei der histologischen Wurstuntersuchung
Berl., Münch. tierärztl. Wochenschr. 68, 360

KOTTER, L. (1957):
Zum Nachweis kollagener Substanzen in Wurstwaren
Wien. tierärztl. Monatsschr. 44, 705

KOTTER, L. (1963):
Aktuelles zur Lebensmittelüberwachung
Arch. Lebensmittelhyg. 14, 127

KOTTER, L. und O. PRÄNDL (1958):
Experimentelle Grundlagen für die Beurteilung des Kollagen-Volumens von Brühwürsten
Arch. Lebensmittelhyg. 9, 243

KOTTER, L., E. DEGENKOLB und E. ELFERT, (1956):
Zum Nachweis kollagener Substanz bei der histologischen Wurstuntersuchung
Tierärztl. Umschau 11, 140

KOTTER, L., H. SCHMIDT und D. WENZEL (1978):
Bemerkenswertes zum Thema Fleisch-VO und eine grundsätzliche Anmerkung zum Deutschen Lebensmittelbuch
Fleischwirtsch. 58, 1418

KRAUS, H. (1964):
Zur Zusammensetzung von Frikadellen, Bouletten und ähnlichen Fleischerzeugnissen
Arch. Lebensmittelhyg. 15, 38

KRÜGER, -., -. LEMKE, -. WEINLING (1960):
Fleisch- und Fleischerzeugnisse
VEB Fachbuchverlag Leipzig

KUSCHFELDT, D. (1975):
Zum histologischen Nachweis von Fremdeiweis in Fleischerzeugnissen
Fleischwirtsch. 55, 1070

KUSCHFELDT, -. (1979):
Sind Hackfleischklößchen als Suppeneinlage hinsichtlich ihrer Zusammensetzung wie Frikadellen zu beurteilen?
Ergebnisprotokoll 27. ALTS, Berlin

KUSCHFELDT, -. (1983):
Beurteilung von Schinkenklößchen und ähnlichen Erzeugnissen in Fertiggerichten
Ergebnisprotokoll 35. ALTS Berlin

KUSCHFELDT, D. und W. THIEL (1980):
Die Leitsätze und ihr Einfluß auf die Qualität von Fleischerzeugnissen
Fleischwirtsch. 60, 1845

LAMPING, K. und R. FRIES (1984):
Untersuchung von Frikadellen aus dem Stadtgebiet Hannover
Arch. Lebensmittelhyg. 35, 43

LEISTNER, L. (1976):
Aktuelles über Rückstände und Zusatzstoffe bei Fleisch und Fleischerzeugnissen
Fleischwirtsch. 56, 1225

LERCHE, M. (1965):
Zur neuen Hackfleisch VO
Fleischwirtsch. 45, 900

LERCHE, M., H. RIEVEL und V. GOERTTLER (1957):
Lehrbuch der tierärztlichen Lebensmittelüberwachung
3. Auflage, Schaperverlag, Hannover

LINKE, H. (1960):
Verarbeitung von Innereien in Frikadellen
Fleischwirtsch. 40, 112

LINKE, H. (1964):
Der Bindegewebsanteil in Schlachttierkörpern von Rind und Schwein
8. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes Lebensmittelhygiene der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft 1964
ref. FLEMMIG, R. und H. SACHS (1965)

LINKE, H. (1971 a):
Frikadellen, Fleischklopse und ähnliche Erzeugnisse
Fleischwirtsch. 51, 729

LINKE, H. (1971 b):
Lockerungsmittel für Frikadellen
Fleischwirtsch. 51, 1577

LINKE, H.(1973):
Gestattet die neue FleischVO Sojamehl in Frikadellen?
Fleischwirtsch. 53, 1226

LINKE, H. (1976 a):
Wurstklopse (Fragekasten)
Fleischwirtsch. 56, 291

LINKE, H. (1976 b):
Die neue Hackfleisch-VO
Fleischwirtsch. 56, 1729

LINKE, H. (1978 a):
Die neue Fleischverordnung
Fleischwirtsch. 58, 950

LINKE, H. (1978 b):
Zweifel an den Kennzeichnungsvorschriften der Hackfleisch-VO
Fleischwirtsch. 58, 688

LINKE, H. (1982):
Zum histologischen Nachweis von strukturiertem Fremdeiweiß
Ergebnisprotokoll 34. ALTS, Berlin

LINKE, H. und ARNETH, W. (1970):
Der Fett- und Eiweißgehalt in Schlachttierkörpern von Schwein u. Rind
Fleischwirtsch. 50, 920

LINKE, H., O. FLEISCHMANN, F. WIRTH und W. WOLTERSDORF (1965):
Der Bindegewebsgehalt in Schlachtkörpern von Rind und Schwein
Fleischwirtsch. 45, 95

LIPS, P. (1979):
Hackfleischprodukte als Schnellbratgerichte
Fleischwirtsch. 59, 47

LORENZEN, P. (1960):
Die Überwachung des Verkehrs mit Hackfleisch
Arch. Lebensmittelhyg. 11, 62

LYON, B.G., C.E. LYON und W.E. TOWNSEND (1978):
Caracteristics of six patty formulas containing different amounts of mecanically deboned broiler meat and hand deboned fowlmeat
Food Sci. 43, 1656

MATT, F. (1969):
Zur Beurteilung verschiedener Fleisch- und Wurstwaren
Mitteilungsblatt GDCh Fachgr. LM Chemie
und gericht. Chemie 23, 85

MATTHIES, K. (1969):
Zur Bewertung von Ergebnissen der histometrischen Untersuchung von Fleischerzeugnissen
Fleischwirtsch. 49, 61

MAYRHOFER, J. (1896):
Forschungsbericht über Lebensmittel 3, 141, 429
zit. BEYTHIEN und DIMAIR (1972)

MÖHLER, K. und N. ANTONACOPOULOS (1957):
Chemische Bestimmung von Bindegewebe in Fleisch und seinen Zubereitungen
Z. Lebensm. -Unters. Forsch. 106, 425

MÜGGENBURG, -.(1970):
Sojamehl zu Frikadellen?
Fleischwirtsch. 50, 1044

MUTHESIUS, K.K. (1977):
Paniermehlanteil bei "Ranchburgern" und ähnlichen Erzeugnissen
Fleischwirtsch. 57, 932

NAGEL, -.(1971):
Sojamehl in Frikadellen
Fleischwirtsch. 51, 28

N.N. (1958):
Herstellung von Bouletten
Arch. Lebensmitelhyg. 9, 215

N.N. (1974):
Fleischanteil bei Königsberger Klopsen
Fleischwirtsch. 54, 1595

N.N. (1976):
Auch Frikadellen müssen der Verbrauchererwartung entsprechen
Fleischwirtsch. 56, 786

N.N. (1977):
Verkehrsübliche Klopse
GV-Praxis mit Tiefkühlpraxis 17, 24

OLG DÜSSELDORF (1981):
Beschluß 1. Senat 10.4.1981,
5 Ss (OWi) 139/81-144/81 L
Fleischwirtsch. 61, 1411

OLG KOBLENZ, 1. Strafsenat (1976):
Urt. v. 29.10.76; 1 Ss 546/76/20W
276/75 AG Birkefeld
zit. BENZ 1977

OLG KOBLENZ (1981):
Beschluß v. 25.5.81-1 Ss 204/81
Fleischwirtsch. 61, 1409

OLG KÖLN (1969):
Urt. v. 28.2.1969-Ss 582/68
zit. HOLTHÖFER NÜSE III

OLG WIESBADEN (1970):
Urt. v. 4.2.1970-7 Ns 9/68

OLG ZWEIBRÜCKEN (1978):
Urt. v. 2.2.1978-Ss 299/77

QUERNHORST, H. (1965):
Zur Frage der Wiederverarbeitung von Fehlfabrikaten und Wurstresten in Brühwürsten
Fleischwirtsch. 45, 24

RACKOW, H.G. und W. WELZ (1964):
Zusammensetzung und Verbrauchererwartung bei Frikadellen aus der Sicht eines Oberlandesgerichtes
Arch. Lebensmittelhyg. 15, 36

REUSSE U. und J. TILLACK, (1976 a):
Zur Kenntlichmachung von Steakletts
Arch. Lebensmittelhyg. 22, 44

REUSSE, U. und J. TILLACK, J. (1976 b):
Stellen die Richtlinien für Fleischgerichte in Soßen über den Fleischanteil bei Königsberger Klopsen einen allgemeinen Handelsbrauch dar?
Fleischwirtsch. 56, 943

RÖSSGER, M. und G. FRITSCHE (1963):
Dürfen Wurstabfälle zur Herstellung von Bouletten (Frikadellen) verwendet werden?
Vet. med. Mon.Hefte 18, 721

ROMEIS, B. (1968):
Mikroskopische Technik
16. Auflage, R. Oldenbourg Verlag München, Wien

SCHEUNEMANN, -. (1971):
Zur Frage der Verbrauchererwartung über Zusammensetzung von sog. 'Hamburgers'
Fleischwirtsch. 51, 478

SCHMIDT,-. (1982):
Zusammensetzung und Beurteilung von Frikadellen und dergleichen
Ergebnisprotokoll 34. ALTS, Berlin

SCHÖNBERG, F. und E.H. LOCHMANN (1957):
Über einen einfachen und ausreichend sicheren Weg zur Bestimmung des Bindegewebsanteils, bes. des Sehnenanteils in rohem Fleisch und in Rohwürsten
Arch. Lebensmittelhyg. 8, 11

SCHÖNBERG,-. (1969):
Die Untersuchung von Tieren stammender Lebensmittel
7. Auflage, Schaper Verlag Hannover

SCHORMÜLLER, J. (1974):
Lehrbuch der Lebensmittel-Chemie
Springer Verlag Berlin, Heidelberg, New York

SCHULZE, K. und U. REUSSE (1978):
Histologischer Nachweis von Sojabestandteilen in Fleischerzeugnissen
Fleischwirtsch. 58, 1638

SEIDEL, G. und R. ROHDE (1957):
Die Berliner Boulette - ein Vergleich nach 20 Jahren
Arch. Lebensmittelhyg. 1957, 104

SEIDLER, T. (1980):
Einflüsse auf das Ergebnis der histometrischen Untersuchung von Brühwurst
Fleischerei 31, 546

SINELL, H.-J. (1960):
Histometrische Untersuchungen mit dem "Leitz" Integrationstisch zur Bestimmung des Kollagengehaltes in zerkleinertem Fleisch
Arch. Lebensmittelhyg. 11, 147

SINELL, H.-J. (1961):
Zur Frage der Alginateinbettung in der histometr. Wursteinbettung
Arch. Lebensmittelhyg. 12, 41

SINELL , H.-J. und H. K. HÖPKE (1963):
Zum Kollagengehalt in Schabe- und Hackfleisch
Arch. Lebensmittelhyg. 14, 97

SIEGERT, H.-J.(1975):
Lebensmittelrechtliche Begriffsbestimmungen für Fertiggerichte, fertige Teilgerichte, Fleischgerichte in Soßen
Fleischwirtsch. 55, 619

STECHERT, Ch. (1972):
Nahrungsmittel und Ernährung aus der Sicht der Ernährungsberatung
Milchwirtsch. 27, 143

STEGEMANN, H. (1967):
Z. physiologische Chemie 348, 242
zit. BEYTHIEN und DIMAIR (1972)

STEGEN, D., U. CHRISTEN und R. HADLOCK (1976):
Untersuchungen zur Zusammensetzung und lebensmittelrechtlichen Beurteilung von Königsberger Klopsen
Fleischwirtsch. 56, 401

SUGISAWA, H. und H. EDO (1966):
The thermal degradation of sugars
J. of Food Sci. 31, 561

SUZUKI-CHO,-. und -. KAWASAKI-KU (1977):
A simple analytical method for determining vegetable protein products in ground meat
Journal of Japanese Society of Food Science and Technology (Nippon Shonuin Kogyo Gakkaishi) 24(10), 516

TÄNDLER, K. (1964):
Koch- und Sterilisationsverluste
Fleischwirtsch. 44, 562

TÄNDLER, K. (1966):
Neue Formen des Hackfleischverkaufs
Fleischwirtsch. 46,17

TÄNDLER, K.(1972):
Geflügelzusatz zu Hackfleischprodukten und Bratwurst?
Fleischwirtsch. 52, 151

TÄNDLER, K. (1978 a):
Zur Herstellung und Kenntlichmachung von Hamburgern
Fleischwirtsch. 58, 1400

TÄNDLER, K. (1978 b):
Hackfleischprodukte als Schnellbratgerichte zur Ausweitung des Fleischverzehrs; I. Fragen der Kennzeichnung und Kenntlichmachung
Fleischwirtsch. 58, 1288

TÄNDLER, K. (1979):
Hackfleischgerichte als Schnellbratgerichte ... II; Erwiderung
Fleischwirtsch. 59, 49

THIEL, -.(1962):
Die Wiederverarbeitung von Fehlfabrikaten und Wurstresten in Brühwurst
Fleischwirtsch. 14, 1058

THIEL, W. (1981):
Stellungnahme zu den Bemerkungen "Leitsätze und ihr Einfluß auf die Qualität von Fleischerzeugnissen"
Fleischwirtsch. 61, 354

TILGNER, D.J. (1976):
Technologie der Garverfahren
Verlagshaus Sponholz

TIMM, F. (1974):
Die Herstellung tiefgefrorener vorgebratener Hackfleischprodukte
Fleischwirtsch. 59, 864

TIMM, F. und A. v. KOZLOWSKI (1975):
Zum Fleischanteil in Königsberger Klopsen, Kohlrouladen und gefüllten Paprikaschoten
Fleischwirtsch. 55, 1563

WARMBIER, M. (1968):
Ein Beitrag zur Beurteilung von Frikadellen
Fleischwirtsch. 48, 907

WATTERS, K.H. Mc (1977):
Performance of defatted peanut, soybean and field pea meals as extenders in ground beef patties
J. Food Sci. 42, 1492

WESSELINOFF,-.(1944):
Über den histologischen Nachweis von Vegetabilien in Fleischwaren
Dtsch. Tierärztl. Wo-Schr. 29, 289
zit. KLEIN 1955

WEGENER, J. (1962):
Histometrische Kollagenbestimmung an West-Berliner Rohwürsten
Berlin, Freie Universität, Fachber. Veterinärmed., Diss.

WELZ, W. (1979):
Schinkenmett im Hinblick auf § 6 der Hfl.VO
Ergebnisprotokoll 28. ALTS. Berlin

WELZ,W. (1980):
Analysenwerte für Schinkenmett, Auswertung einer Umfrage
Ergebnisprotokoll 29. ALTS, Berlin

WELZ, W. (1981):
Zwei zum Rohverzehr bestimmte Hackfleischsorten vom Schwein
Arch. Lebensmittelhyg. 32, 42

WENKER,-. (1972):
Diskussionsbemerkung zur Anfrage "Gepökelte Frikadellen"
Fleischwirtsch. 52, 965

WERSCHING, S. (1960):
Die Bestimmung des Bindegewebsanteils bei Rohwürsten unter besonderer Berücksichtigung des Verdauungsverfahrens
Arch. Lebensmittelhyg. 11, 130

WERSCHING, S. (1961):
Über die Untersuchung von Frikadellen, Klopsen, Hackbraten und ähnlichen Erzeugnissen
Arch. Lebensmittelhyg. 12, 224

WISMER-PEDERSEN,-. (1971):
Enzymes in the meat industrie
Dechema Monographie Bd. 70, Verlag Chemie

WOLTERSDORF, W. (1964):
Volumenänderung des Bindegewebes durch die Erhitzung
8. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes Lebensmittelhygiene der deutschen veterinärmedizinischen Gesellschaft
zit. FLEMMIG, R. und H. SACHS (1965)

WYLER, O.D. (1972):
Routineuntersuchungsmethoden für Fleisch und Fleischwaren
Fleischwirtsch. 52(1),42

ZIPFEL, W. (1983):
Lebensmittelrecht, Kommentar der gesamten Lebensmittelrechtlichen Vorschriften
Beck'sche Verlagsbuchhandlung, München

VERORDNUNGEN

1976
Verordnung über Hackfleisch, Schabefleisch und anderes zerkleinertes rohes Fleisch (Hackfleisch-VO)
v. 10. Mai 1976, Stand:13.3.1984 (BGBl. S. 393)
LMBG, Beck'sche Verlagsbuchhandlung, München

1982
Verordnung über Fleisch und Fleischerzeugnisse (Fleisch-Verordnung)
Bekanntmachung der Neufassung der Fleisch-Verordnung vom 13.3.1984
(BGBL S. 393)
LMBG, Beck'sche Verlagsbuchhandlung, München

9. ANHANG

Zusammenstellung der Untersuchungsergebnisse

Rindergehacktes; roh (Versuch A, B und C)

Histometrische Analyse:

Schnitt Nr.	Musk. (Gewebstreffer)	BGE	Sum.	%Musk.	%BGE	%Abweichung $(x_i - \bar{x})$
Abl,1	201	82	283	71,02	28,98	+1,23
Abl,2	197	80	277	71,12	28,88	+1,13
Abl,3	176	84	260	67,69	32,31	+4,54
Abl,4	191	64	255	74,90	25,10	-2,65
Abl,5	219	82	301	72,76	27,24	-0,51
Abl,6	179	67	246	72,76	27,24	-0,51
Abl,7	173	57	230	75,22	24,78	-2,97
Abl,8	214	86	300	71,33	28,67	+0,92
Abl,9	202	65	267	75,66	24,34	-3,41
Abl,10	156	66	222	70,27	29,73	+1,98
Σ	1908	733	2641			

Skelettmuskulatur: 72,25 Vol%
Bindegewebe: 27,75 Vol%
s = 2,50

Chemische Analyse:

Wasser: 61,50%
Eiweiß: 18,90%
BGE: 17,40%
BEFFE i. FE: 82,60%
Fett i.T.: 44,01%
Stärke: 0,00%
Stärke i.T.: -
Weichbrot : -
NaCl: -

Rindergehacktes, 13% Semmelmehl, 13% H_2O, 3% NaCl; roh (Versuch A, B und C)

Histometrische Analyse:

Schnitt Nr.	Musk. (Gewebstreffer)	BGE	Sum.	%Musk.	%BGE	%Abweichung $(x_i - \bar{x})$
Aal,1	243	59	302	80,46	19,54	-6,5
Aal,2	206	74	280	73,50	26,43	+0,39
Aal,3	258	83	341	75,66	24,34	-1,70
Aal,4	190	59	249	76,31	23,69	-2,35
Aal,5	198	75	273	76,52	27,48	+1,44
Aal,6	156	39	195	80,00	20,00	-6,04
Aal,7	211	77	288	73,26	26,74	+0,7
Aal,8	173	64	237	73,00	27,00	+0,96
Aal,9	152	77	229	66,38	33,62	+7,52
Aal,10	266	116	382	69,63	30,37	+4,33
Σ	2053	723	2776			

Skelettmuskulatur: 73,96 Vol%
Bindegewebe: 26,04 Vol%
s = 4,31

Chemische Analyse:

Wasser:	59,60%
Eiweiß:	14,00%
BGE:	16,60%
BEFFE i. FE:	84,00%
Fett i.T.:	31,93%
Stärke:	8,00%
Weichbrot :	16,00%
NaCl:	3,00%

Rindergehacktes; erhitzt in siedendem Wasser
(Versuch A)

Histometrische Analyse:

Schnitt Nr.	Musk. (Gewebstreffer)	BGE	Sum.	%Musk.	%BGE	%Abweichung $(x_i-\bar{x})$
Ab2,1	174	101	275	63,27	36,73	+10,49
Ab2,2	201	84	285	70,53	29,47	+3,32
Ab2,3	215	70	285	75,44	24,56	-1,68
Ab2,4	212	69	281	75,44	24,56	-1,68
Ab2,5	255	63	318	80,19	19,81	-6,43
Ab2,6	185	81	266	69,55	30,45	+4,21
Ab2,7	123	37	160	76,88	23,13	-3,11
Ab2,8	151	45	196	77,04	22,96	-3,28
Ab2,9	155	46	201	77,11	22,89	-3,35
Ab2,10	156	54	210	74,29	25,71	-0,53
Σ	1827	650	2477			

Skelettmuskulatur: 73,76 Vol%
Bindegewebe: 26,24 Vol%
s = 4,91

Chemische Analyse:

Wasser: 60,40%
Eiweiß: 22,50%
BGE: 18,10%
BEFFE i. FE: 81,90%
Fett i.T.: 41,16%
Stärke: -
Stärke i.T.: -
Weichbrot: -
NaCl: -

Rindergehacktes, 13% Semmelmehl, 13% H_2O, 3% NaCl; erhitzt in siedendem Wasser (Versuch A)

Histometrische Analyse:

Schnitt Nr.	Musk. (Gewebstreffer)	BGE	Sum.	%Musk.	%BGE	%Abweichung $(x_i-\bar{x})$
Aa2,1	189	30	219	86,30	13,70	-8,71
Aa2,2	213	52	265	80,38	19,62	-2,79
Aa2,3	207	58	265	78,11	21,89	-0,52
Aa2,4	173	80	253	68,38	31,62	+9,21
Aa2,5	2o4	67	271	75,28	24,72	+2,31
Aa2,6	179	56	235	76,17	23,83	+1,42
Aa2,7	197	48	245	80,41	19,59	-2,82
Aa2,8	2o1	51	252	79,76	20,24	-2,17
Aa2,9	183	65	248	73,79	26,21	+3,80
Aa2,10	196	54	250	78,40	21,60	-0,81
Σ	1942	561	2503			

Skelettmuskulatur: 77,59 Vol%
Bindegewebe: 22,41 Vol%
s = 4,76

Chemische Analyse:

Wasser:	64,20%
Eiweiß:	14,81%
BGE:	14,60%
BEFFE i. FE:	85,40%
Fett i.T.:	20,67%
Stärke:	8,50%
Stärke i.T.:	23,74%
Weichbrot:	17,00%
NaCl:	3,00%

Rindergehacktes; erhitzt mit Mikrowelle (Versuch A B und C)

Histometrische Analyse:

Schnitt Nr.	Musk. (Gewebstreffer)	BGE	Sum.	%Musk.	%BGE	%Abweichung $(x_i - \bar{x})$
Ab3,1	177	73	250	70,80	29,20	-0,40
Ab3,2	177	73	250	70,80	29,20	-0,40
Ab3,3	149	56	205	72,68	27,32	-2,28
Ab3,4	195	85	280	69,64	30,36	+0,76
Ab3,5	193	77	270	71,48	28,52	-1,08
Ab3,6	172	78	250	68,80	31,20	+0,60
Ab3,7	175	70	245	71,43	28,57	-1,03
Ab3,8	165	85	250	66,00	34,00	+4,40
Ab3,9	186	71	257	72,37	27,63	-1,97
Ab3,10	177	76	253	69,96	30,04	+0,44
Σ	1766	744	2510			

Skelettmuskulatur: 70,36 Vol%
Bindegewebe: 29,64 Vol%
s = 1,95

Chemische Analyse:

Wasser: 53,60%
Eiweiß: 28,20%
BGE: 16,60%
BEFFE i. FE: 83,40%
Fett i.T.: 34,91%
Stärke: -
Stärke i.T.: -
Weichbrot : -
NaCl: -

Rindergehacktes, 13% Semmelmehl, 13% H_2O, 3% NaCl; erhitzt mit Mikrowelle (Versuch A, B und C)

Histometrische Analyse:

Schnitt Nr.	Musk. (Gewebstreffer)	BGE	Sum.	%Musk.	%BGE	%Abweichung $(x_i-\bar{x})$
Aa3,1	193	67	260	74,32	25,77	-2,95
Aa3,2	158	82	240	65,83	34,17	+5,45
Aa3,3	167	83	250	66,80	33,20	+4,48
Aa3,4	183	68	251	72,91	27,09	-1,63
Aa3,5	229	76	305	75,08	24,92	-3,80
Aa3,6	190	61	251	75,69	24,30	-4,42
Aa3,7	174	76	250	69,60	30,40	+1,68
Aa3,8	170	79	249	68,27	31,73	+3,01
Aa3,9	174	76	250	69,60	30,40	+1,68
Aa3,10	184	66	250	73,60	26,40	-2,32
Σ	1822	734	2556			

Skelettmuskulatur: 71,28
Bindegewebe: 28,72
s = 3,58

Chemische Analyse:

Wasser:	54,00%
Eiweiß:	17,10%
BGE:	15,80%
BEFFE i. FE:	84,20%
Fett i.T.:	26,30%
Stärke:	10,50%
Stärke i.T.:	22,83%
Weichbrot :	21,00%
NaCl:	3,00%

Rindergehacktes; sautiert (Versuch A)

Histometrische Analyse:

Schnitt Nr.	Musk. (Gewebstreffer)	BGE	Sum.	%Musk.	%BGE	%Abweichung $(x_i - \bar{x})$
Ab4,1	180	72	252	71,43	28,57	-1,21
Ab4,2	170	81	251	67,73	32,27	+2,49
Ab4,3	184	66	250	73,60	26,40	-3,38
Ab4,4	174	76	250	69,60	30,40	+0,62
Ab4,5	176	79	255	69,02	30,98	+1,20
Ab4,6	187	65	252	74,21	25,79	-3,99
Ab4,7	187	95	282	66,31	33,69	+3,91
Ab4,8	169	81	250	67,60	32,40	+2,62
Ab4,9	180	70	250	72,00	28,00	-1,78
Ab4,10	178	72	250	71,20	28,80	-0,98
Σ	1785	757	2542			

Skelettmuskulatur: 70,22 Vol%
Bindegewebe: 29,78 Vol%
s = 2,64

Chemische Analyse:

Wasser: 57,30%
Eiweiß: 25,20%
BGE: 16,50%
BEFFE i. FE: 83,50%
Fett i.T.: 37,70%
Stärke: -
Stärke i.T.: -
Weichbrot : -
NaCl: -

Rindergehacktes, 13% Semmelmehl, 13% Wasser, 3% NaCl; sautiert (Versuch A)

Histometrische Analyse:

Schnitt Nr.	Musk. (Gewebstreffer)	BGE	Sum.	%Musk.	%BGE	%Abweichung $(x_i - \bar{x})$
Aa4,1	150	100	250	60.00	40,00	+12,45
Aa4,2	180	73	253	71,15	28,85	+1,30
Aa4,3	18o	67	247	72,78	27,13	-0,33
Aa4,4	162	88	255	64,80	35,20	+7,65
Aa4,5	188	62	250	75,20	24,80	-2,75
Aa4,6	195	66	261	74,71	25,29	-3,80
Aa4,7	187	63	250	74,80	25,20	-2,35
Aa4,8	198	52	25o	79,20	20,80	-6,75
Aa4,9	186	64	250	74,40	25,60	-1,95
Aa4,10	194	57	251	77,29	22,71	-4,84
Σ	1820	692	2512			

Skelettmuskulatur: 72,45 Vol%
Bindegewebe: 27,55 Vol%
s = 5,93

Chemische Analyse:

Wasser:	51,80%
Eiweiß:	17,10%
BGE:	15,10%
BEFFE i. FE:	84,90%
Fett i.T.:	28,22%
Stärke:	10,50%
Stärke i.T.:	21,78%
Weichbrot:	21,00%
NaCl:	3,00%

Rindergehacktes, 26% Faschola, 3% NaCl; roh (Versuch B)

Histometrische Analyse:

Schnitt Nr.	Musk. (Gewebstreffer)	BGE	Sum.	%Musk.	%BGE	%Abweichung $(x_i - \bar{x})$
Bala1	195	55	250	78,00	22,00	-3,82
Bala2	197	71	268	73,51	26,49	+0,67
Bala3	184	64	248	74,19	25,81	-0,01
Bala4	197	53	250	78,80	21,20	-4,62
Bala5	179	53	232	77,16	22,84	-2,98
Bala6	168	82	250	67,20	32,80	+6,98
Bala7	176	74	250	70,40	29,60	+3,78
Bala8	191	75	266	71,80	28,20	+2,38
Bala9	186	66	252	73,81	26,19	+0,37
Bala10	180	52	232	77,59	22,41	-3,68
Σ	1853	645	2498			

Skelettmuskulatur: 74,18 Vol%
Bindegewebe: 25,82 Vol%
s = 3,77

Chemische Analyse:

Wasser:	63,40%
Eiweiß:	14,50%
BGE:	15,70%
BEFFE i. FE:	84,30%
Fett i.T.:	35,52%
Stärke:	4,50%
Stärke i.T.:	12,30%
Weichbrot:	9,00%
NaCl:	3,00%

Rindergehacktes, 26% Faschola, 3% NaCl; mikrowellenerhitzt (Versuch B)

Histometrische Analyse:

Schnitt Nr.	Musk. (Gewebstreffer)	BGE	Sum.	%Musk.	%BGE	%Abweichung $(x_i - \bar{x})$
Balb1	178	74	252	70,63	29,37	+3,15
Balb2	185	65	250	74,00	26,00	-0,22
Balb3	213	46	259	82,24	17,76	-8,46
Balb4	189	61	250	75,60	24,40	-1,82
Balb5	196	54	250	78,40	21,60	-4,62
Balb6	176	74	250	70,40	29,60	+3,38
Balb7	176	75	251	70,12	29,88	+3,66
Balb8	172	78	250	68,80	31,20	+4,98
Balb9	170	66	236	72,03	27,97	+1,75
Balb10	194	64	258	75,19	24,81	-1,41
Σ	1849	657	2506			

Skelettmuskulatur: 73,78 Vol%
Bindegewebe: 26,22 Vol%
s = 4,23

Chemische Analyse:

Wasser:	48,60%
Eiweiß:	23,30%
BGE:	16,50%
BEFFE i. FE:	83,50%
Fett i.T.:	27,82%
Stärke:	8,00%
Stärke i.T.:	15,56%
Weichbrot:	16,00%
NaCl:	3,00%

Rindergehacktes, 26% eingeweichtes Brötchen, 3% NaCl; roh (Versuch B)

Histometrische Analyse:

Schnitt Nr.	Musk. (Gewebstreffer)	BGE	Sum.	%Musk.	%BGE	%Abweichung $(x_i - \bar{x})$
Ba2a1	161	89	250	64,40	35,60	+5,00
Ba2a2	177	84	261	67,82	32,18	+1,58
Ba2a3	163	87	250	65,20	34,80	+4,69
Ba2a4	174	76	250	69,60	30,40	+0,29
Ba2a5	157	93	250	62,80	37,20	+7,09
Ba2a6	184	66	250	73,60	26,40	-3,71
Ba2a7	174	76	250	69,60	30,40	+0,29
Ba2a8	165	74	239	69,04	30,96	+0,79
Ba2a9	222	64	286	77,62	22,38	-7,73
Ba2a10	201	57	258	77,91	22,09	-8,02
Σ	1770	766	2544			

Skelettmuskulatur: 69,89 Vol%
Bindegewebe: 30,11 Vol%
s = 5,22

Chemische Analyse:

Wasser:	66,30%
Eiweiß:	14,20%
BGE:	15,50%
BEFFE i. FE:	84,50%
Fett i.T.:	34,72%
Stärke:	3,20%
Stärke i.T.:	9,50%
Weichbrot:	6,40%
NaCl:	3,00%

Rindergehacktes, 30% handausgedrücktes Brötchen, 3% NaCl; mikrowellenerhitzt (Versuch B)

Histometrische Analyse:

Schnitt Nr.	Musk. (Gewebstreffer)	BGE	Sum.	%Musk.	%BGE	%Abweichung $(x_i - \bar{x})$
Ba2b1	203	47	250	81,20	18,80	-5,60
Ba2b2	206	45	251	82,07	17,93	-6,47
Ba2b3	200	50	250	80,00	20,00	-4,40
Ba2b4	203	47	250	81,20	18,80	-5,60
Ba2b5	160	92	252	63,49	36,51	+12,11
Ba2b6	174	83	257	67,70	32,30	+7,90
Ba2b7	187	64	251	74,50	25,50	+1,10
Ba2b8	181	69	250	72,40	27,60	+3,20
Ba2b9	190	61	251	75,70	24,30	-0,10
Ba2b10	186	52	238	78,15	78,15	-2,55
Σ	1890	610	2500			

Skelettmuskulatur: 75,60 Vol%
Bindegewebe: 24,40 Vol%
s = 6,24

Chemische Analyse:

Wasser:	53,20%
Eiweiß:	20,10%
BGE:	16,40%
BEFFE i. FE:	83,60%
Fett i.T.:	34,19%
Stärke:	6,5%
Stärke i.T.:	13,89%
Weichbrot:	13,00
NaCl:	3,00

Rindergehacktes, 23% Hühnervollei, 13% Semmelmehl, 13% H_2O, 3% NaCl; roh (Versuch B)

Histometrische Analyse:

Schnitt Nr.	Musk.	BGE (Gewebstreffer)	Sum.	%Musk.	%BGE	%Abweichung $(x_i - \bar{x})$
Ba3a1	192	58	250	76,80	23,20	+2,73
Ba3a2	197	58	255	77,25	22,75	+2,28
Ba3a3	188	62	250	75,20	24,80	+4,33
Ba3a4	202	54	256	78,91	21,09	+0,62
Ba3a5	203	47	250	81,20	18,80	-1,67
Ba3a6	200	50	250	80,00	20,00	-o,47
Ba3a7	197	56	253	77,87	22,13	+1,66
Ba3a8	212	40	252	84,13	15,87	-4,60
Ba3a9	210	40	250	84,00	16,00	-4,74
Ba3a10	200	50	250	80,00	20,00	-0,74
Σ	2001	515	2516			

Skelettmuskulatur: 79,53 Vol%
Bindegewebe: 20,47 Vol%
s = 2,96

Chemische Analyse:

Wasser:	62,40%
Eiweiß:	14,40%
BGE:	11,40%
BEFFE i. FE:	88,60%
Fett i.T.:	32,71%
Stärke:	6,80%
Stärke i.T.:	18,09%
Weichbrot:	13,6o%
NaCl:	3,00%

Rindergehacktes, 23% Hühnervollei, 13% Semmelmehl, 13% H_2O, 3% NaCl; mikrowellenerhitzt (Versuch B)

Histometrische Analyse:

Schnitt Nr.	Musk. (Gewebstreffer)	BGE	Sum.	%Musk.	%BGE	%Abweichung $(x_i-\bar{x})$
Ba3b1	147	73	220	66,82	33,18	+6,39
Ba3b2	199	51	250	79,60	20,40	-6,39
Ba3b3	175	95	270	64,81	35,19	+8,40
Ba3b4	207	53	260	79,62	20,38	-6,41
Ba3b5	197	58	255	77,25	22,75	-4,04
Ba3b6	188	77	265	70,94	29,06	+2,21
Ba3b7	171	69	240	71,25	28,75	+1,69
Ba3b8	202	53	255	79,22	20,78	-6,01
Ba3b9	165	85	250	66,00	34,00	+7,21
Ba3b10	182	63	245	74,29	25,71	-1,08
Σ	1833	677	2510			

Skelettmuskulatur: 73,03 Vol%
Bindegewebe: 26,97 Vol%
s = 5,84

Chemische Analyse:

Wasser:	50,00%
Eiweiß:	20,50%
BGE:	13,40%
BEFFE i. FE:	86,60%
Fett i.T.:	26,20%
Stärke:	9,50%
Stärke i.T.:	19,00%
Weichbrot:	19,00%
NaCl:	3,00%

Rindergehacktes, 8% Zwiebel, 13% Semmelmehl, 13% H_2O, 3% NaCl; roh (Versuch B)

Histometrische Analyse:

Schnitt Nr.	Musk. (Gewebstreffer)	BGE	Sum.	%Musk.	%BGE	%Abweichung $(x_i - \bar{x})$
Ba4a1	197	53	250	78,80	21,20	-5,80
Ba4a2	181	69	250	72,40	27,60	+0,60
Ba4a3	172	78	250	68,80	31,20	+4,20
Ba4a4	203	62	255	76,60	23,40	-3,60
Ba4a5	167	83	250	66,80	33,20	+6,20
Ba4a6	188	62	250	75,20	24,80	-2,20
Ba4a7	148	102	250	59,20	40,80	+13,80
Ba4a8	197	68	265	74,37	25,66	-1,34
Ba4a9	162	58	220	73,64	26,36	-0,64
Ba4a10	210	40	250	84,00	16,00	-11,00
Σ	1825	675	2500			

Skelettmuskulatur: 73,00 Vol%
Bindegewebe: 27,00 Vol%
s = 6,84

Chemische Analyse:

Wasser:	60,30%
Eiweiß:	13,10%
BGE:	14,30%
BEFFE i. FE:	85,70%
Fett i.T.:	22,67%
Stärke:	9,00%
Stärke i.T.:	29,72%
Weichbrot:	18,00%
NaCl:	3,00%

Rindergehacktes, 8% Zwiebel, 13% Semmelmehl, 13% H_2O, 3% NaCl; mikrowellenerhitzt (Versuch B)

Histometrische Analyse:

Schnitt Nr.	Musk. (Gewebstreffer)	BGE	Sum.	%Musk.	%BGE	%Abweichung $(x_i-\bar{x})$
Ba4b1	185	65	250	74,00	26,00	+0,52
Ba4b2	177	73	250	70,80	29,20	+3,72
Ba4b3	184	66	250	73,60	26,40	+0,92
Ba4b4	179	76	255	70,20	29,80	+4,32
Ba4b5	176	69	245	71,84	28,16	+2,68
Ba4b6	221	49	270	81,85	18,15	-7,33
Ba4b7	191	59	250	76,40	23,60	-1,88
Ba4b8	182	78	260	70,00	30,00	+4,52
Ba4b9	170	50	220	77,27	22,73	-2,75
Ba4b10	198	52	250	79,20	20,80	-4,68
Σ	1863	637	2500			

Skelettmuskulatur: 74,52 Vol%
Bindegewebe: 25,47 Vol%
s = 4,05

Chemische Analyse:

Wasser:	54,40%
Eiweiß:	16,30%
BGE:	16,30%
BEFFE i.FE:	83,70%
Fett i.T.	24,12%
Stärke:	10,90%
Stärke i.T.:	23,90%
Weichbrot:	21,80%
NaCl:	3,00%

Rindergehacktes und Schweinegehacktes 1:1, 13% Semmelmehl, 13% H_2O, 2,5% NaCl; roh (Versuch C)

Histometrische Analyse:

Schnitt Nr.	Musk. (Gewebstreffer)	BGE	Sum.	%Musk.	%BGE	%Abweichung $(x_i-\bar{x})$
Ca2a1	219	46	265	82,64	17,36	-0,32
Ca2a2	210	30	240	87,50	12,50	-5,18
Ca2a3	202	58	260	77,69	22,31	+4,63
Ca2a4	208	42	250	83,20	16,80	-0,88
Ca2a5	197	53	250	78,80	21,20	+3,52
Ca2a6	221	54	275	80,63	19,64	+1,96
Ca2a7	222	38	260	85,38	14,62	-3,06
Ca2a8	210	40	250	84,00	16,00	-1,68
Ca2a9	169	41	210	80,48	19,52	+1,84
Ca2a10	200	40	240	83,33	16,67	-1,01
Σ	2058	442	2500			

Skelettmuskulatur: 82,32 Vol%
Bindegewebe: 17,68 Vol%
s = 3,02

Chemisch ermittelte Werte:

Wasser:	58,30%
Eiweiß:	14,13%
BGE:	11,20%
BEFFE i.FE:	88,80%
Fett i.T.:	38,61%
Stärke:	6,50%
Stärke i.T.:	15,59%
Weichbrot:	13,00%
NaCl:	2,50%

Rindergehacktes und Schweinegehacktes 1:1, 13% Semmelmehl, 13% H_2O, 2,5% NaCl; mikrowellenerhitzt (Versuch C)

Histometrische Analyse:

Schnitt Nr.	Musk. (Gewebstreffer)	BGE	Sum.	%Musk.	%BGE	%Abweichung $(x_i - \bar{x})$
Ca2b1	215	35	250	86,00	14,00	-5,80
Ca2b2	200	50	250	80,00	20,00	+0,2
Ca2b3	202	58	260	77,69	22,31	+2,51
Ca2b4	184	86	250	73,60	26,40	+6,60
Ca2b5	172	68	240	71,67	28,33	+8,53
Ca2b6	206	44	250	82,40	17,60	-2,20
Ca2b7	217	33	250	86,80	13,20	-6,60
Ca2b8	205	45	250	82,00	18,00	-1,80
Ca2b9	190	60	250	76,00	24,00	+4,20
Ca2b10	214	36	250	85,60	14,40	-5,40
Σ	2005	495	2500			

Skelettmuskulatur: 80,20 Vol%
Bindegewebe: 19,80 Vol%
s = 5,32

Chemische Analyse:

Wasser:	55,20%
Eiweiß:	16,19%
BGE:	11,40%
BEFFE i.FE:	88,60%
Fett i.T.:	29,91%
Stärke:	9,90%
Stärke i.T.:	22,10%
Weichbrot:	19,80%
NaCl:	2,70%

Rindergehacktes und Schweinegehacktes 1:1; roh (Versuch C)

Histometrische Analyse:

Schnitt Nr.	Musk. (Gewebstreffer)	BGE	Sum.	%Musk.	%BGE	%Abweichung $(x_i - \bar{x})$
Ca2a1	235	40	275	85,45	14,55	-3,06
Ca2a2	195	30	225	86,67	13,33	-4,28
Ca2a3	214	41	255	83,92	16,08	-1,52
Ca2a4	201	44	245	82,04	17,96	-0,35
Ca2a5	197	53	250	78,80	21,20	+3,59
Ca2a6	202	48	250	80,80	19,20	+1,59
Ca2a7	216	44	260	83,08	16,92	-0,69
Ca2a8	216	34	250	86,40	13,60	-4,01
Ca2a9	198	62	260	76,15	23,85	+6,24
Ca2a10	231	54	285	81,05	18,95	+1,34
Σ	2105	450	2555			

Skelettmuskulatur: 82,39 Vol%
Bindegewebe: 17,61 Vol%
s = 3,38

Chemische Analyse:

Wasser:	61,80%
Eiweiß:	18,00%
BGE:	11,80%
BEFFE i.FE:	88,20%
Fett i.T.:	49,48%
Stärke:	-
Stärke i.T.:	-
Weichbrot:	-
NaCl:	-

Rindergehacktes und Schweinegehacktes 1:1; mikrowellenerhitzt (Versuch C)

Histometrische Analyse:

Schnitt Nr.	Musk. (Gewebstreffer)	BGE	Sum.	%Musk.	%BGE	%Abweichung $(x_i - \bar{x})$
Cb2b1	232	48	280	82,86	17,14	+0,06
Cb2b2	201	49	250	80,40	19,60	+2,52
Cb2b3	213	37	250	85,20	14,80	-2,28
Cb2b4	206	44	250	82,40	17,60	+0,52
Cb2b5	211	39	250	84,40	15,60	-1,48
Cb2b6	213	37	250	85,20	14,80	-2,28
Cb2b7	214	46	260	82,31	17,69	+0,61
Cb2b8	208	42	250	83,20	16,80	-0,28
Cb2b9	199	51	250	79,60	20,40	+3,32
Cb2b10	176	34	210	83,51	16,19	-o,89
Σ	2073	427	2500			

Skelettmuskulatur: 82,92 Vol%
Bindegewebe: 17,08 Vol%
s = 1,87

Chemische Analyse:

Wasser:	56,10%
Eiweiß:	25,50%
BGE:	12,50%
BEFFE i.FE:	87,50%
Fett i.T.:	37,36%
Stärke:	-
Stärke i.T.:	-
Weichbrot:	-
NaCl:	-

Rinderhackfleisch und Schabefleisch 1:1, 13% Semmelmehl, 13% H_2O, 2,5% NaCl; roh (Versuch C)

Histometrische Analyse:

Schnitt Nr.	Musk. (Gewebstreffer)	BGE	Sum.	%Musk.	%BGE	%Abweichung $(x_i - \bar{x})$
Ca3a1	204	46	250	81,60	18,40	+6,84
Ca3a2	224	26	250	89,60	10,40	-1,16
Ca3a3	222	33	255	87,06	12,94	+1,38
Ca3a4	224	26	250	89,60	10,40	-1,16
Ca3a5	256	24	280	91,43	8,75	-2,99
Ca3a6	201	29	230	87,39	12,61	+1,05
Ca3a7	211	24	235	89,79	10,21	-1,35
Ca3a8	231	19	250	92,40	7,60	+3,96
Ca3a9	230	20	250	92,00	8,00	-3,56
Ca3a10	208	42	250	83,20	16,80	+5,24
Σ	2211	289	2500			

Skelettmuskulatur: 88,44 Vol%
Bindegewebe: 11,56 Vol%

Chemische Analyse:

Wasser:	63,80%
Eiweiß:	14,80%
BGE:	10,10%
BEFFE i.FE:	89,90%
Fett i.T.:	19,61%
Stärke:	10,00%
Stärke i.T.:	27,62%
Weichbrot:	20,00%
NaCl:	2,50%

Rinderhackfleisch und Schabefleisch 1:1, 13% Semmelmehl, 13% H_2O, 2,5% NaCl; mikrowellenerhitzt (VersuchC)

Histometrische Analyse:

Schnitt Nr.	Musk. (Gewebstreffer)	BGE	Sum.	%Musk.	%BGE	%Abweichung $(x_i-\bar{x})$
Ca3b1	188	62	250	75,20	24,80	+7,18
Ca3b2	216	54	270	80,00	20,00	+2,38
Ca3b3	173	57	230	75,22	24,78	+7,16
Ca3b4	214	36	250	85,60	14,40	-3,22
Ca3b5	212	38	250	84,80	15,20	-2,42
Ca3b6	237	48	285	83,16	16,84	-0,78
Ca3b7	249	26	275	90,55	9,45	-8,17
Ca3b8	164	56	220	74,55	25,45	+7,83
Ca3b9	198	22	220	90,00	10,00	-7,62
Ca3b10	211	42	253	83,40	16,60	-1,02
Σ	2062	441	2503			

Skelettmuskulatur: 17,62 Vol%
Bindegewebe: 82,38 Vol%
s = 5,89

Chemische Analyse:

Wasser:	59,70%
Eiweiß:	17.40%
BGE:	10,30%
BEFFE i.FE:	89.70%
Fett i.T.:	18.86%
Stärke:	10,00%
Stärke i.T.:	24,81%
Weichbrot:	20,00%
NaCl:	2,50%

Rinderhackfleisch und Schabefleisch 1:1; roh (Versuch C)

Histometrische Analyse:

Schnitt Nr.	Musk. (Gewebstreffer)	BGE	Sum.	%Musk.	%BGE	%Abweichung $(x_i - \bar{x})$
Cb3a1	219	31	250	87,60	12,40	-1,99
Cb3a2	222	28	250	88,80	11,20	-3,19
Cb3a3	215	35	250	86,00	14,00	-0,39
Cb3a4	239	31	270	88,52	11,48	-2,91
Cb3a5	204	46	250	81,60	18,40	+4,01
Cb3a6	207	43	250	82,80	17,20	+2,81
Cb3a7	214	36	250	85,60	14,40	+0,01
Cb3a8	218	42	260	83,85	16,15	+2,11
Cb3a9	215	35	250	86,00	14,00	-0,39
Cb3a10	213	37	250	82,20	14,80	+0,41
Σ	2166	364	2530			

Skelettmuskulatur: 85,61 Vol%
Bindegewebe: 14,39 Vol%
s = 2,39

Chemische Analyse:

Wasser:	69,20%
Eiweiß:	19,70%
BGE:	8,10%
BEFFE i.FE:	91,90%
Fett i.T.:	33,77%
Stärke:	-
Stärke i.T.:	-
Weichbrot:	-
NaCl:	-

Rinderhackfleisch und Schabefleisch 1:1; mikrowellenerhitzt (Versuch C)

Histometrische Analyse:

Schnitt Nr.	Musk. (Gewebstreffer)	BGE	Sum.	%Musk.	%BGE	%Abweichung $(x_i - \bar{x})$
Cb3b1	282	58	340	82,94	17,06	+1,31
Cb3b2	229	51	280	81,79	18,21	+2,46
Cb3b3	223	37	260	85,77	14,23	-1,52
Cb3b4	203	42	245	82,86	17,14	+1,39
Cb3b5	204	36	240	85,00	15,00	+0,75
Cb3b6	202	38	240	84,17	15,83	+0,08
Cb3b7	192	33	225	85,33	14,67	-1,08
Cb3b8	182	38	220	82,73	17,27	+1,52
Cb3b9	216	39	255	84,70	15,29	-0,46
Cb3b10	207	28	235	88,09	11,91	-3,84
Σ	2140	400	2540			

Skelettmuskulatur: 84,25 Vol%
Bindegewebe: 15,75 Vol%
s = 1,85

Chemische Analyse:

Wasser:	63,30%
Eiweiß:	23,70%
BGE:	10,60%
BEFFE i.FE:	89,40%
Fett i.T.:	30,84%
Stärke:	-
Stärke i.T.:	-
Weichbrot:	-
NaCl:	-

Hackfleisch aus Dünnung, 13% Semmelmehl, 13% H_2O, 2,5% NaCl; roh (Versuch C)

Histometrische Analyse:

Schnitt Nr.	Musk. (Gewebstreffer)	BGE	Sum.	%Musk.	%BGE	%Abweichung $(x_i - \bar{x})$
Ca5a1	216	34	250	86,40	13,60	+0,80
Ca5a2	217	33	250	86,80	13,20	+0.40
Ca5a3	209	41	250	83,60	16,40	+3,60
Ca5a4	217	33	250	86,80	13,20	+0,40
Ca5a5	232	18	250	92,80	7,20	-5,60
Ca5a6	210	40	250	84,00	16,00	+3,20
Ca5a7	223	27	250	89,20	10,80	-2,00
Ca5a8	214	36	250	85,60	14,40	+1,60
Ca5a9	219	31	250	87,60	12,40	-0,40
Ca5a10	223	27	250	89,20	10,80	-2,00
Σ	2180	320	2500			

Skelettmuskulatur: 87,20 Vol%
Bindegewebe: 12,80 Vol%
s = 2,71

Chemische Analyse:

Wasser:	63,50%
Eiweiß:	14.38%
BGE:	5,40%
BEFFE i.FE:	94,60%
Fett i.T.:	19,45%
Stärke:	12,10%
Stärke i.T.:	33,15%
Weichbrot:	24,20%
NaCl:	1,90%

Hackfleisch aus Dünnung, 13% Semmelmehl 13% H_2O, 2,5% NaCl; mikrowellenerhitzt (Versuch C)

Histometrische Analyse:

Schnitt Nr.	Musk. (Gewebstreffer)	BGE	Sum.	%Musk.	%BGE	%Abweichung $(x_i-\bar{x})$
Ca5b1	212	38	250	84,80	15,20	+2,00
Ca5b2	223	27	250	89,20	10,80	-2,40
Ca5b3	224	26	250	89,60	10,40	-2,80
Ca5b4	221	29	250	88,40	11,60	-1,60
Ca5b5	221	29	250	88,40	11,60	-1,60
Ca5b6	225	25	250	90,00	10,00	-3,20
Ca5b7	208	42	250	83,20	16,80	+3,60
Ca5b8	216	34	250	86,40	13,60	+0,40
Ca5b9	208	42	250	83,20	16,80	+3,60
Ca5b10	212	38	250	84,80	15,20	+2,00
Σ	2170	330	2500			

Skelettmuskulatur: 86,80 Vol%
Bindegewebe: 13,20 Vol%
s = 2,65

Chemische Analyse:

Wasser:	53,20%
Eiweiß:	19,13%
BGE:	3,48%
BEFFE i.FE:	96,52%
Fett i.T.:	18,59%
Stärke:	12,30%
Stärke i.T.:	26,28%
Weichbrot:	24,60%
NaCl:	2,60%

Hackfleisch aus Dünnung; roh (Versuch C)

Histometrische Analyse:

Schnitt Nr.	Musk. (Gewebstreffer)	BGE	Sum.	%Musk.	%BGE	%Abweichung $(x_i-\bar{x})$
Cb5a1	238	52	290	82,07	17,93	-2,11
Cb5a2	198	52	250	79,20	20,80	+0,76
Cb5a3	205	50	255	80,39	19,61	-0,43
Cb5a4	205	45	250	82,00	18,00	-2,04
Cb5a5	210	55	265	79,25	20,75	+0,71
Cb5a6	189	41	230	82,70	17,83	-2,21
Cb5a7	184	56	240	76,67	23,33	+3,29
Cb5a8	188	47	235	80,00	20,00	-0,04
Cb5a9	172	58	230	74,78	25,22	+5,18
Cb5a10	210	45	255	82,35	17,65	-2,39
Σ	1999	501	2500			

Skelettmuskulatur: 79,96 Vol%
Bindegewebe: 20,04 Vol%
s = 2,54

Chemische Analyse:

Wasser:	68,80%
Eiweiß:	19,63%
BGE:	10,00%
BEFFE i.FE:	90,00%
Fett i.T.:	31,73%
Stärke:	-
Stärke i.T.:	-
Weichbrot:	-
NaCl:	-

Hackfleisch aus Dünnung; mikrowellenerhitzt
(Versuch C)

Histometrische Analyse:

Schnitt Nr.	Musk. (Gewebstreffer)	BGE	Sum.	%Musk.	%BGE	%Abweichung $(x_i - \bar{x})$
Cb5b1	205	45	250	82,00	18,00	+2,42
Cb5b2	221	39	260	85,00	15,00	-0,58
Cb5b3	205	35	240	85,42	14,58	-1,00
Cb5b4	224	26	250	89,60	10,40	-5,18
Cb5b5	203	47	250	81,20	18,80	+3,20
Cb5b6	218	42	260	87,20	16,80	+1,20
Cb5b7	210	40	250	84,00	16,00	+0,42
Cb5b8	214	36	250	85,60	14,40	-1,18
Cb5b9	208	42	250	83,20	16,80	+1,22
Cb5b10	211	39	250	84,40	15,60	+0,02
Σ	2119	391	2510			

Skelettmuskulatur: 84,42 Vol%
Bindegewebe: 15,58 Vol%
s = 2,33

Chemische Analyse:

Wasser:	61,70%
Eiweiß:	26,50%
BGE:	10,90%
BEFFE i.FE:	89,10%
Fett i.T.:	26,37%
Stärke:	-
Stärke i.T.:	-
Weichbrot:	-
NaCl:	-

Schweinehackfleisch und Schabefleisch 1:1, 13% Semmelmehl, 13% H_2O, 2,5% NaCl; roh (Versuch C)

Histometrische Analyse:

Schnitt Nr.	Musk. (Gewebstreffer)	BGE	Sum.	%Musk.	%BGE	%Abweichung $(x_i - \bar{x})$
Ca4a1	229	21	250	91,60	8,40	-1,44
Ca4a2	230	20	250	92,00	8,00	-1,44
Ca4a3	236	14	250	94,40	5,60	-4,24
Ca4a4	227	23	250	90,80	9,20	-0,64
Ca4a5	225	25	250	90,00	10,00	+0,16
Ca4a6	217	33	250	86,80	13,20	+3,36
Ca4a7	223	27	250	89,20	10,80	+0,96
Ca4a8	217	33	250	86,80	13,20	+3,36
Ca4a9	239	21	260	91,92	8,08	-1,17
Ca4a10	220	30	250	88,00	12,00	+2,16
Σ	2263	247	2510			

Skelettmuskulatur: 90,16 Vol%
Bindegewebe: 9,84 Vol%
s = 2,48

Chemische Analyse:

Wasser:	60,70%
Eiweiß:	15,00%
BGE:	8,30%
BEFFE i.FE:	91,70%
Fett i.T.:	26,97%
Stärke:	7,30%
Stärke i.T.:	18,58%
Weichbrot:	14,60%
NaCl:	2,50%

Schweinehackfleisch und Schabefleisch 1:1, 13% Semmelmehl, 13% H_2O, 2,5% NaCl; mikrowellenerhitzt (Versuch C)

Histometrische Analyse:

Schnitt Nr.	Musk. (Gewebstreffer)	BGE	Sum.	%Musk.	%BGE	%Abweichung $(x_i - \bar{x})$
Ca4b1	206	44	250	82,40	17,60	+3,66
Ca4b2	224	26	250	89,60	10,40	-3,54
Ca4b3	217	38	255	85,10	14,90	-0,96
Ca4b4	213	37	250	85,20	14,80	+0,86
Ca4b5	208	37	245	84,90	15,10	+1,16
Ca4b6	201	49	250	80,40	19,60	+5,66
Ca4b7	223	37	260	85,77	14,23	+0.29
Ca4b8	221	29	250	88,40	11,60	-2,34
Ca4b9	227	23	250	90.80	9,20	-4,74
Ca4b10	220	30	250	88,00	12,00	-1,94
Σ	2160	350	2510			

Skelettmuskulatur: 86,06 Vol%
Bindegewebe: 13,94 Vol%
s = 3,21

Chemische Analyse:

Wasser:	57,30%
Eiweiß:	16,90%
BGE:	7,80%
BEFFE i.FE:	92,20%
Fett i.T.:	23.65%
Stärke:	10,80%
Stärke i.T.:	18,58%
Weichbrot:	11,60%
NaCl:	2,50%

Schweinehackfleisch und Schabefleisch 1:1; roh (Versuch C)

Histometrische Analyse:

Schnitt Nr.	Musk. (Gewebstreffer)	BGE	Sum.	%Musk.	%BGE	%Abweichung $(x_i - \bar{x})$
Cb4a1	216	34	250	86,40	13,60	+1,93
Cb4a2	239	31	270	88,52	11,48	-0,19
Cb4a3	195	25	220	88,64	11,36	-0,31
Cb4a4	222	28	250	88,80	11,20	-0,47
Cb4a5	228	22	250	91,20	8,80	-2,87
Cb4a6	219	31	250	87,60	12,40	+0,73
Cb4a7	231	29	260	88,85	11,15	-0,52
Cb4a8	220	30	250	88,00	12,00	+0,33
Cb4a9	218	32	250	87,20	12,80	+1,13
Cb4a10	229	31	260	88,08	11,92	+0,25
Σ	2217	293	2510			

Skelettmuskulatur: 88,33 Vol%
Bindegewebe: 11,67 Vol%
s = 1,27

Chemische Analyse:

Wasser:	64,80%
Eiweiß:	19,70%
BGE:	8,60%
BEFFE i.FE:	91,40%
Fett i.T.:	39,20%
Stärke:	-
Stärke i.T.:	-
Weichbrot:	-
NaCl:	-

Schweinehackfleisch und Schabefleisch 1:1; mikrowellenerhitzt (Versuch C)

Histometrische Analyse:

Schnitt Nr.	Musk. (Gewebstreffer)	BGE	Sum.	%Musk.	%BGE	%Abweichung $(x_i - \bar{x})$
Cb4b1	220	30	250	88,00	12,00	-0,15
Cb4b2	215	25	250	86,00	14,00	+1,85
Cb4b3	221	29	250	88,40	11,60	-0,55
Cb4b4	227	28	255	89,02	10,98	-1,17
Cb4b5	235	25	260	90,38	9,62	-2,53
Cb4b6	221	29	250	88,40	11,60	-0,55
Cb4b7	218	32	250	87,20	12,80	+0,65
Cb4b8	257	28	285	90,18	9,82	-2,33
Cb4b9	232	38	270	85,93	14,07	+1,92
Cb4b10	203	37	240	84,58	15,42	+3,27
Σ	2249	311	2560			

Skelettmuskulatur: 87,85 Vol%
Bindegewebe: 12,15 Vol%
s = 1,89

Chemische Analyse:

Wasser:	60,00%
Eiweiß:	26,80%
BGE:	8,90%
BEFFE i.FE:	91,10%
Fett i.T.:	30,75%
Stärke:	-
Stärke i.T.:	-
Weichbrot:	-
NaCl:	-

Schabefleisch, 13% Semmelmehl, 13% H_2O, 2,5% NaCl; roh (Versuch C)

Histometrische Analyse:

Schnitt Nr.	Musk. (Gewebstreffer)	BGE	Sum.	%Musk.	%BGE	%Abweichung $(x_i-\bar{x})$
Cala1	233	27	260	89,62	10,38	+2,94
cala2	240	20	260	92,30	7,70	+0,16
Cala3	236	14	250	94,40	5,60	-1,84
Cala4	243	17	260	93,46	6,54	-0,90
Cala5	223	17	240	92,92	7,08	-0,36
Cala6	221	19	240	92,08	7,92	+0,48
Cala7	251	14	265	94,72	5,28	-2,16
Cala8	227	23	250	90,80	9,20	+1,76
Cala9	250	15	265	94,34	5,66	-1,78
Cala10	227	23	250	90,80	9,20	+1,76
Σ	2351	189	2540			

Skelettmuskulatur: 92,56 Vol%
Bindegewebe: 7,44 Vol%
s = 1,74

Chemische Analyse:

Wasser:	68,00%
Eiweiß:	17,38%
BGE:	6,00%
BEFFE i.FE:	77,30%
Fett i.T.:	9,61%
Stärke:	9,50%
Stärke i.T.:	26,25%
Weichbrot:	19,00%
NaCl:	2,50%

Schabefleisch, 13% Semmelmehl, 13% H_2C, 2,5% NaCl; mikrowellenerhitzt (Versuch C)

Histometrische Analyse:

Schnitt Nr.	Musk. (Gewebstreffer)	BGE	Sum.	%Musk.	%BGE	%Abweichung $(x_i - \bar{x})$
Calb1	218	32	250	87,20	12,80	+4,08
Calb2	236	14	250	94,40	5,60	-3,12
Calb3	230	20	250	92,00	8,00	-0,72
Calb4	240	20	260	92,31	7,69	-1,03
Calb5	213	27	240	88,75	11,25	+2,53
Calb6	224	26	250	89,60	10,40	+1,68
Calb7	228	22	250	91,20	8,80	+0,08
Calb8	226	24	250	90,40	9,60	+0,88
Calb9	231	19	250	92,40	7,60	-1,12
Calb10	236	14	250	94,40	5,60	-3,12
Σ	2282	218	2500			

Skelettmuskulatur: 91,28 Vol%
Bindegewebe: 8,72 Vol%
s = 2,33

Chemische Analyse:

Wasser:	63,60%
Eiweiß:	18,00%
BGE:	6,80%
BEFFE i.FE:	93,20%
Fett i.T.:	8,79%
Stärke:	10,00%
Stärke i.T.:	27,47%
Weichbrot:	20,00%
NaCl:	2,50%

Schabefleisch, roh (Versuch C)

Histometrische Analyse:

Schnitt Nr.	Musk. (Gewebstreffer)	BGE	Sum.	%Musk.	%BGE	%Abweichung $(x_i - \bar{x})$
Cbla1	219	31	250	87,60	12,40	+1,64
Cbla2	234	16	250	93,60	6,40	-4,36
Cbla3	225	25	250	90,00	10,00	-0,76
Cbla4	211	39	250	84,40	15,60	+4,48
Cbla5	231	19	250	92,40	7,60	-3,16
Cbla6	222	28	250	88,80	11,20	+0,44
Cbla7	229	22	251	91,24	8,76	-2,00
Cbla8	216	34	250	86,40	13,60	+2,84
Cbla9	231	19	250	92,40	7,70	-3,16
Cbla10	214	36	250	85,60	14,40	+3,64
Σ	2232	269	2501			

Skelettmuskulatur: 89,24 Vol%
Bindegewebe: 10,76 Vol%
s = 3,18

Chemische Analyse:

Wasser:	73,30%
Eiweiß:	23,00%
BGE:	6,90%
BEFFE i.FE:	93,10%
Fett i.T.:	17,05%
Stärke:	-
Stärke i.T.:	-
Weichbrot:	-
NaCl:	-

Schabefleisch; mikrowellenerhitzt (Versuch C)

Histometrische Analyse:

Schnitt Nr.	Musk. (Gewebstreffer)	BGE	Sum.	%Musk.	%BGE	%Abweichung $(x_i - \bar{x})$
Cb1b1	224	36	260	86,15	13,85	+3,29
Cb1b2	259	31	290	98,31	10,69	+0,13
Cb1b3	220	30	250	88,00	12,00	+1,44
Cb1b4	228	22	250	91,20	8,80	-1,76
Cb1b5	223	27	250	89,20	10,80	+0,24
Cb1b6	226	24	250	90,40	9,60	-0,96
Cb1b7	223	27	250	89,20	10,80	+0,24
Cb1b8	230	25	255	90,20	9,80	+0,76
Cb1b9	223	27	250	89,20	10,80	+0,24
Cb1b10	180	15	195	92,31	7,69	-2,87
Σ	2236	264	2500			

Skelettmuskulatur: 89,44 Vol%
Bindegewebe: 10,56 Vol%
s = 1,70

Chemisch ermittelte Werte:

Wasser:	65,40%
Eiweiß:	20,90%
BGE:	7,10%
BEFFE i.FE:	93,10%
Fett i.T.:	15,36%
Stärke:	-
Stärke i.T.:	-
Weichbrot:	-
NaCl:	-

Am Schlusse meiner Arbeit möchte ich Herrn Prof. Dr. Goetz Hildebrandt herzlich für die Überlassung des Themas und die stets großzügig gewährte Unterstützung bei der Planung, Durchführung und Abfassung der Arbeit danken.

Mein Dank gilt auch Herrn Prof. Dr. H.-J. Sinell, der mir über die BALM die erforderliche finanzielle Unterstützung zuteil werden ließ.

Allen Mitarbeitern der Fachrichtung Lebensmittelhygiene danke ich für die entgegengebrachte Hilfsbereitschaft.

LEBENSLAUF

7.7.1954	als 2. Sohn des Dr.med. Wolfgang Stürmer und seiner Ehefrau Agnes Stürmer, geb. Haßfurth, in Hannover geboren
1961-1974	Freie Waldorfschule Hannover
1974 Mai	Abitur nach 13 Zeitschuljahren, die Schule führte kein Kurzschuljahr durch
1974 Sept.	Bestehen der Aufnahmeprüfung an der Musikhochschule Freiburg/Brsg.
1974 Okt.	Einberufung zum Militärersatzdienst
1976 Jan.	Ende des Militärersatzdienstes
1976 April	Beginn des Studiums der Tiermedizin an der Freien Universität Berlin
1980	Zweimonatiges Praktikum der Tiermedizin in Kanada
1980 April	Arbeitsbeginn als studentischer Mitarbeiter am Institut für Lebensmittelhygiene, Fleischhygiene und -technologie, Fachrichtung Lebensmittelhygiene des Fachbereichs Veterinärmedizin der Freien Universität Berlin
1982 Jan.	letzte Prüfung des tierärztlichen Staatsexamens, seitdem Wiss.Mitarbeiter (Teilzeit) am gleichen Institut, Bearbeitung der Dissertation

Papyrus-Druck GmbH Berlin ☎ 3416451
Dissertationen